

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-020787

(43)Date of publication of application : 26.01.1999

(51)Int.Cl.

B63C 11/02

B63C 11/26

G01C 13/00

G04G 1/00

(21)Application number : 09-178515

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 03.07.1997

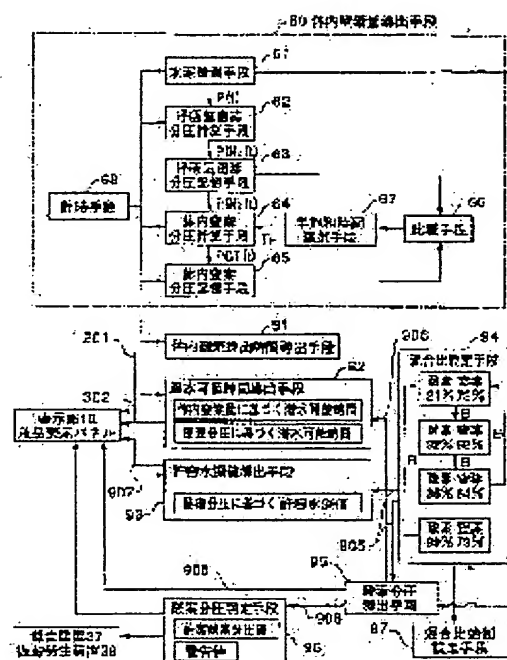
(72)Inventor : FURUTA HISASHI
HIRAKAWA TOMOAKI
KOYAMA TOSHIKO
CHIBA SATOSHI

(54) INFORMATION PROCESSING DEVICE FOR DIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lead out and inform of required information for protecting a diver from oxygen sickness by providing a permissible depth value lead out means leading out a divable depth value in the respiration air of a set mixing ratio and a display means displaying the permissible depth value led out by the permissible depth value lead out means.

SOLUTION: A permissible depth value lead out means 93 leads out a divable permissible depth value 907 in the respiration air of a set mixing ratio based on the setting result by a mixing ratio setting means 94. The permissible depth value lead out means 93 can be realized as the function of a control part. In leading out the permissible depth value 907 from the oxygen mixing ratio of the respiration air, since oxygen sickness occurs when respiration oxygen partial pressure 906 exceeds a permissible oxygen partial pressure value, the permissible depth value lead out means 93 computes a diving depth position where the respiration oxygen partial pressure exceeds the permissible oxygen partial pressure value from the elected oxygen mixing ratio via the mixing ratio setting means 94 by an operating formula. The obtained permissible depth value 907 can be displayed on the liquid crystal display panel of a display part 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the mixing ratio for setting from the exterior the oxygen of tidal air which uses for diving, and the mixing ratio of inert gas as a predetermined value -- a setting means -- this -- a mixing ratio -- the information processor for die BAZU characterized by to have a permission depth-sounding value derivation means derive the depth-sounding value which can dive by the tidal air of the set-up mixing ratio, and a display means display the permission depth-sounding value which this permission depth-sounding value derivation means drew, based on the setting result in a setting means.

[Claim 2] An information processor for die BAZU characterized by providing the following. A water pressure measurement means to measure water pressure a mixing ratio for setting from the exterior oxygen of tidal air used for diving, and a mixing ratio of inert gas as a predetermined value -- a setting means this -- a mixing ratio -- an oxygen tension derivation means to derive tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location based on a setting result in a setting means, and a measurement result of said water pressure measurement means A display means to display tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location which this oxygen tension derivation means drew

[Claim 3] An information processor for die BAZU characterized by having an oxygen tension judging means to judge whether current tidal air oxygen tension is over a permission oxygen tension value based on a derivation result of said oxygen tension derivation means in claim 2, and an information means to report that when tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location is over a permission oxygen tension value in a judgment result of this oxygen tension judging means.

[Claim 4] The information processor for die BAZU characterized by to have an oxygen-tension judging means judge whether it is over a warning value which current tidal-air oxygen tension multiplied by safety factor to a permission oxygen-tension value based on a derivation result of said oxygen-tension derivation means in claim 2, and an information means report that when tidal-air oxygen tension in a current depth-sounding location is over said warning value in a judgment result of this oxygen-tension judging means.

[Claim 5] claim 2 thru/or either of 4 -- setting -- further -- said mixing ratio -- the information processor for die BAZU characterized by to have a permission depth-sounding value derivation means derive a depth-sounding value which can dive by tidal air of a set-up mixing ratio, based on a setting result in a setting means, and to be constituted said display means so that a permission depth-sounding value which said permission depth-sounding value derivation means drew may also be displayed.

[Claim 6] It is claim 2 thru/or either of 5 which is equipped with the following and characterized by constituting said display means so that time amount which said time amount derivation means which can be dived drew, and which can be dived may also be displayed. furthermore, a time check which measures time amount progress -- a means this -- a time check -- a time amount derivation means which can be dived to derive time amount which can continue diving from now on based on a

temporal response of tidal air oxygen tension to current [which is drawn from tidal air oxygen tension which a measurement result of a means and said oxygen tension derivation means drew]

[Claim 7] claim 1 thru/or either of 6 -- setting -- said display means -- said mixing ratio -- an information processor for die BAZU characterized by indicating that tidal air is air when a mixing ratio of set-up oxygen and inert gas is 21:79, while displaying a setting result in a setting means.

[Claim 8] claim 1 thru/or either of 7 -- setting -- said mixing ratio -- an information processor for die BAZU characterized by constituting a setting means so that a predetermined mixing ratio may be chosen [from] among two or more mixing ratios set up beforehand.

[Claim 9] claim 8 -- setting -- said mixing ratio -- an information processor for die BAZU characterized by constituting a setting means so that two or more mixing ratios as which the above is chosen can also be changed into a value from the exterior at arbitration.

[Claim 10] claim 8 -- setting -- said mixing ratio -- an information processor for die BAZU which a setting means is in the middle of diving, and is characterized by being constituted so that a setup of a mixing ratio of tidal air can be switched.

[Claim 11] a mixing ratio which sets a mixing ratio of oxygen under tidal air as a bigger value than a mixing ratio of oxygen of which tidal air automatically when diving is further completed in claim 1 thru/or either of 10, after a mixing ratio of oxygen and inert gas had set up a mixing ratio of oxygen greatly rather than 21:79 -- an information processor for die BAZU characterized by having a compulsive setting means.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the information processor for die BAZU called a dive computer. It is related with the technology for drawing and reporting the information for protecting a diver from the oxygen drunkenness caused by the oxygen under tidal air in such an information processor in more detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] About the count method of the reduced pressure conditions after diving performed in the information processor for die BAZU called the so-called dive computer, it is KEN LOYST. et al. It is stated to details at "DIVE COMPUTERS A CONSUMER'S GUIDE TO HISTORY and THEORY & PERFORMANCE" Watersport Publishing Inc. (1991) of work. Moreover, as reference about theory, it is detailed to "Decompression-Decompression Sickness" written by A.A.Buhlmann, Springer, and Berlin (1984). It has suggested that inert gas, such as nitrogen under tidal air which melted into any [these] reference inside of the body by diving, has a possibility of becoming air bubbles in a body and causing decompression illness. From a viewpoint of preventing decompression illness more certainly, "Decompression-Decompression Sickness" written by A.A.Buhlmann, Springer, Berlin (1984), and the count based on a formula given in pp.14 are also considered.

[0003] Then, in the conventional information processor for die BAZU, the amount of in-the-living-body inert gas is grasped from the above-mentioned theory, and after diving termination, when it goes up ashore, a duration (in-the-living-body inert gas discharge time amount) until the amount of in-the-living-body inert gas returns to a balanced value ashore is displayed. Therefore, since the diver who looked at this display resumes diving after only proper time amount takes rest ashore, in case it dives again, he can dive multiple times on the 1st, without suffering from decompression illness.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, although the amount of in-the-living-body inert gas is supervised from a viewpoint of protecting a diver from decompression illness, in the conventional information processor for die BAZU, the poor health which originates in tidal air and happens to a diver is not only decompression illness. That is, when the tidal air oxygen tension under tidal air is too high, a diver starts the so-called oxygen drunkenness. In order to dive long duration, when tidal air with the larger mixing ratio of oxygen than air is especially used, it is in the orientation which is easy to start oxygen drunkenness rather than decompression illness.

[0005] In view of the above trouble, it is in offering the information processor for die BAZU which can draw and report information required to protect a diver from oxygen drunkenness by this invention.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, in an information processor for die BAZU concerning this invention a mixing ratio for setting from the exterior oxygen of tidal air used for diving, and a mixing ratio of inert gas as a predetermined value -- with a setting means this -- a mixing ratio -- it is characterized by having a permission depth-sounding value derivation means to derive a depth-sounding value which can dive by tidal air of a set-up mixing ratio, and a display means to display a permission depth-sounding value which this permission depth-sounding value derivation means drew, based on a setting result in a setting means.

[0007] a mixing ratio from an idea when tidal air oxygen tension exceeds a permission oxygen tension value, that oxygen drunkenness occurs in this invention -- based on a mixing ratio set as a predetermined value from the exterior through a setting means, when it dives to which depth-sounding location with this mixing ratio, it computes whether tidal air oxygen tension exceeds a permission oxygen tension value. That is, a permission depth-sounding value derivation means is the following operation expression permission water pressure $= (\text{mixing ratio of oxygen under permission oxygen tension value} / \text{tidal air}) -$. It asks for permission water pressure from atmospheric pressure, the depth-sounding conversion of it are carried out, and a display means displays. therefore, oxygen which a diver chose -- oxygen drunkenness is not started as long as it dives within permission bottom time to which permission depth-sounding value **** corresponding to tidal air of a mixing ratio corresponds by the way.

[0008] moreover, in an information processor for die BAZU concerning this invention a mixing ratio for setting from the exterior a water pressure measurement means to measure water pressure, oxygen of tidal air used for diving, and a mixing ratio of inert gas as a predetermined value -- with a setting means this -- a mixing ratio -- it is characterized by having an oxygen tension derivation means to derive tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location, and a display means to display tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location which this oxygen tension derivation means drew, based on a setting result in a setting means, and a measurement result of said water pressure measurement means.

[0009] an idea when tidal air oxygen tension exceeds a permission oxygen tension value similarly in this invention, that oxygen drunkenness occurs to an oxygen tension derivation means -- a mixing ratio -- based on a setting result in a setting means, and a measurement result of a water pressure measurement means, it asks for tidal air oxygen tension from a mixing ratio of oxygen under following operation expression tidal air oxygen tension $= (\text{current water pressure} + \text{atmospheric pressure}) \times \text{tidal air}$, and a display means displays it. Therefore, a diver does not start oxygen drunkenness, as long as it chooses a mixing ratio and a diving location of oxygen under tidal air and dives within corresponding permission bottom time so that tidal air oxygen tension may become below a permission oxygen tension value.

[0010] An oxygen tension judging means to judge whether tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location is over a permission oxygen tension value in this invention based on a derivation result of said oxygen tension derivation means, It has an information means to report that when tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location is over a permission oxygen tension value in a judgment result of this oxygen tension judging means. With this information means Since oxygen drunkenness is started with the present condition, it is desirable to warn to change a mixing ratio and a diving location of oxygen under tidal air.

[0011] When an oxygen tension judging means is constituted from this invention so that it may judge whether it is over a warning value which current tidal air oxygen tension multiplied by safety factor to a permission oxygen tension value, and tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location is over a warning value in a judgment result of this oxygen tension judging means, it is desirable by constituting so that an information means may report that to protect a diver from oxygen drunkenness more certainly.

[0012] the time check measure time-amount progress further in this invention -- a means -- this --

- a time check -- since it bases on the temporal response of the tidal-air oxygen tension to current [which is drawn from the tidal-air oxygen tension which the measurement result of a means and said oxygen-tension derivation means drew], it has the time-amount derivation means derive the time amount which can continue diving and which can be dived, and it is [means] desirable in being constituted so that the time amount which said time-amount derivation means which can be dived drew and which can be dived also Thus, if constituted, a diver can be told about information for preventing oxygen drunkenness, after taking in not only tidal air oxygen tension but a time element. [0013] this invention -- said display means -- said mixing ratio -- while displaying a setting result in a setting means, when a mixing ratio of set-up oxygen and inert gas is 21:79, it is desirable to display directly a purport whose tidal air is air rather than to display a mixing ratio etc., and to tell that intelligibly for a diver.

[0014] this invention -- setting -- said mixing ratio -- as for a setting means, it is desirable to be constituted so that a predetermined mixing ratio may be chosen [from] among two or more mixing ratios set up beforehand. Actuation is easy if it does in this way, and it sees from a method of carrying out a numerical setup. so, said mixing ratio -- with a setting means, it is in the middle of diving, and it becomes easy to switch a setup of a mixing ratio of tidal air. thus -- the time of constituting -- said mixing ratio -- as for a setting means, it is desirable to constitute so that two or more mixing ratios as which the above is chosen can also be changed into a predetermined value from the exterior.

[0015] a mixing ratio which sets a mixing ratio of oxygen under tidal air as a bigger value than a mixing ratio of oxygen of which tidal air automatically when diving is further completed in this invention, after a mixing ratio of oxygen and inert gas had set up a mixing ratio of oxygen greatly rather than 21:79 -- it is desirable to have a compulsive setting means.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Since it is common to use tidal air with the mixing ratio of oxygen larger than air and the mixing ratio of nitrogen (inert gas) smaller than air in case long duration is dive , if it inputs as any the mixing ratio of the oxygen of tidal air and nitrogen which are use during diving was set , with the information processor for die BAZU concerning this gestalt , it has the feature to report the useful information for protect a diver from oxygen drunkenness according to it . So, by the following explanation, after explaining the fundamental configuration as an information processor for die BAZU, and actuation first, the above-mentioned focus is explained. In addition, as theoretical reference about night ROKKUSU diving (diving at the time of changing the mixing ratio of oxygen and nitrogen), it is Dick. There is "Nitrox MANUAL" of Rutkowski work, and while effect, oxygen drunkenness, etc. which oxygen exerts on the body are indicated by it, the diving allowed time over the oxygen tension of tidal air is also specified to it.

[0017] [Basic configuration]

(Whole configuration) Drawing 1 (A) and (B) are the side elevations when seeing the main part of equipment from the plan showing the main part of equipment of the information processor for die BAZU of this gestalt, and some arm bands, and the direction of 00 [6], respectively. Drawing 2 is the block diagram.

[0018] In drawing 1 , the information processor 1 for die BAZU of this gestalt is also called the so-called dive computer, measures the nitrogen volume (in-the-living-body nitrogen partial pressure) accumulated inside of the body during diving, and displays the quiescent time which should be ashore taken after diving from this measurement result. To the rectangular main part 2 of equipment, the arm bands 3 and 4 are connected with 6:00 in wrist watch, and 12:00 side, respectively, and this information processor 1 for die BAZU can be used like a wrist watch with these arm bands 3 and 4, being able to equip an arm. The top case 21 and the bottom case 22 are fixed by the method of a bis-stop etc. in the perfect watertight condition, and, as for the main part 2 of equipment, the substrate (not shown) with which various kinds of electronic parts etc. were

carried in the interior is contained.

[0019] At the upper surface side of the main part 2 of equipment, the display 10 which used the liquid crystal display panel 11 is constituted, and the switches A and B which consist of two push buttons consist of them at the 6:00 side in a wrist watch. For this reason, switch actuation is easy also in diving. Here, Switches A and B are the control units 5 for setting up various conditions while they choose and switch each mode performed with the information processor 1 for die BAZU as they are mentioned later. The suicide-by-drowning monitor switch 30 using the moisture detection sensor for supervising whether diving was started or not is constituted at the 9:00 side in a wrist watch in by the side of the upper surface of the main part 2 of equipment. This suicide-by-drowning monitor switch 30 is equipped with two electrodes 31 and 32 exposed to the upper surface of the main part 2 of equipment, and these electrodes 31 and 32 flow through them in sea water etc., and it judges them to be what drowned in a river when the resistance between an electrode 31 and 32 became small. However, it is only used for shifting to the diving mode which detects and mentions later that this suicide-by-drowning monitor switch 30 drowned in a river to the last, and the purport which started Thailand [1 time of] Byng is not detected. That is, it is because it should not treat with that to which the thing submerged in sea water also has an arm equipped with the information processor 1 for die BAZU, and it started diving in such a case. So, in the information processor 1 for die BAZU of this gestalt, it is regarded as what started diving when depth of water (water pressure) became [depth of water] deeper than 1.5m by more than fixed, for example, this gestalt, with the pressure sensor (not shown) of built-in on the main part 2 of equipment, and when it becomes shallower than this depth-sounding value, it is regarded as what diving ended.

[0020] As shown in drawing 2 , the display 10 (display means) equipped with the liquid crystal display panel 11 for the information processor 1 for die BAZU of this gestalt displaying various kinds of information, and reporting to a user and the liquid crystal driver 12 which drives it, and the control section 50 to which the display according to each mode is made to perform by the liquid crystal display panel 11 while performing processing with each mode are constituted. To a control section 50, the output from Switches A and B and the suicide-by-drowning monitor switch 30 is inputted.

[0021] the time check to which the clock output from an oscillator circuit 31 is inputted into through a frequency divider 32 to a control section 50, and a time check in an unit is carried out for 1 second by the counter 33 for time of day in the information processor 1 for die BAZU since display of time of day and measurement of bottom time are usually performed -- the means 68 is constituted.

[0022] Moreover, while the information processor 1 for die BAZU measures and displays depth of water From measuring the amount of the nitrogen gas accumulated in the inside of the body from depth of water (water pressure) and bottom time A pressure sensor 34 (semiconductor pressure sensor), The depth-sounding measurement means 61 (water pressure measurement means) equipped with the amplifying circuit 35 to the output signal of this pressure sensor 34 and the A/D-conversion circuit 36 which changes into a digital signal the analog signal outputted from this amplifying circuit 35, and is outputted to a control section 50 is constituted. Furthermore, it is possible for **** equipment 37 and a vibration generator system 38 to be constituted by the information processor 1 for die BAZU, and to tell a diver by considering warning etc. as an alarm sound or vibration.

[0023] In this gestalt, each mode in which CPU51 which manages control of the whole equipment, and the control circuit 52 which controls the liquid crystal driver 12 and the counter 33 for time of day under control of this CPU51 mention a control section 50 later by each processing to which CPU51 carries out based on the program which is used and is stored in ROM53 is realized. Moreover, RAM54 is used as a working memory at the time of performing the memory and the various operations which record the diving result as log data etc.

[0024] (Explanation of a display) The display which two or more viewing areas are constituted by the screen of the liquid crystal display panel 11, and is again performed by these viewing areas in

drawing 1 (A) is as follows fundamentally. First, the 1st viewing area 111 located in the 12:00 side of a wrist watch is constituted most greatly among each viewing area, and current depth of water, current days and months, a depth-sounding rank, and diving days and months (log number) are displayed there, respectively at the time of the diving mode mentioned later, surface mode (time-of-day mode), planning mode, and log mode. Bottom time, current time, the time amount that can be dived, and diving start time (bottom time) are displayed on the 2nd viewing area 112 located in 3:00 side from the 1st viewing area 111, respectively at the time of diving mode, surface mode (time-of-day mode), planning mode, and log mode. The maximum depth of water, in-the-living-body nitrogen excretion time amount, safety level, and the maximum depth of water (average depth of water) are displayed on the 3rd viewing area 113 located in 6:00 side from the 1st viewing area 111, respectively at the time of diving mode, surface mode (time-of-day mode), planning mode, and log mode. The time amount which can be dived, the water surface quiescent time, and diving end time (at the time of the maximum depth of water water temperature) are displayed on the 4th viewing area 114 located in 3:00 side from the 3rd viewing area 113, respectively at the time of diving mode, surface mode (time-of-day mode), planning mode, and log mode. The power-supply piece warning 104 and the height rank 103 are displayed on the 5th viewing area 115 located in 6:00 side from the 3rd viewing area 113. Graphical representation of the nitrogen volume in the living body is carried out to the 6th viewing area 116 of the liquid crystal display panel 11 most located in 6:00 side. In the 7th viewing area 117 located in 3:00 side from the 6th viewing area 116 Whether when it changes into a reduced pressure diving condition in diving mode, nitrogen (inert gas) is in absorption orientation The field which shows whether it is in discharge orientation, the field which displays "SLOW" as one of the violation warnings of a rise rate of the purport which is too quick, and the field which displays during diving "DECO" as warning of a purport which resulted in reduced pressure diving are constituted.

[0025] Furthermore, the 8th viewing area 118 and 9th viewing area 119 are constituted by the field which adjoins by 6:00 side to the 3rd viewing area 113 and 4th viewing area 114, and by these viewing areas, based on whether the mixing ratio of oxygen was set as which value, the information for protecting a diver from oxygen drunkenness is also expressed to it as this gestalt so that it may mention later.

[0026] (Configuration for protecting a diver from decompression illness) Drawing 3 is a functional block diagram for calculating nitrogen volume (the amount of in-the-living-body inert gas) in the living body in the information processor 1 for die BAZU of this gestalt, and deriving safety information, such as in-the-living-body nitrogen excretion time amount and time amount which can be dived [non-decompressed], based on the result.

[0027] As shown in drawing 3 , to the information processor 1 for die BAZU, signs that the nitrogen contained in tidal air is absorbed and discharged by the inside of the body are simulated, and an in-the-living-body nitrogen volume derivation means 60 to calculate nitrogen volume (in-the-living-body nitrogen partial pressure) in the living body is constituted. In addition, although count of the nitrogen volume in the living body explained below is an example to the last and various kinds of methods can be used, the example is explained briefly here.

[0028] With the in-the-living-body nitrogen volume derivation means 60, first, in order to calculate nitrogen volume in the living body as a partial pressure As a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in a depth-sounding measurement means 61 by which the pressure sensor 34 shown in drawing 2 , the amplifying circuit 35, and the A/D-conversion circuit 36 were used, and drawing 2 As a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in the tidal air nitrogen partial pressure count means 62 realized, a tidal air nitrogen partial pressure storage means 63 by which RAM54 shown in drawing 2 was used, and drawing 2 It realizes as a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in a means 68 and drawing 2 . the time check using the in-the-living-body nitrogen partial pressure count means 64 realized, an in-the-living-body nitrogen partial pressure storage means 65 by which RAM54 shown in drawing 2 was used, and the counter 33 for time of day shown in drawing 2 -- A

comparison means 66 to perform the data comparison memorized by the tidal air nitrogen partial pressure storage means 63 and the in-the-living-body nitrogen partial pressure storage means 65, and the half-saturation time selection means 67 realized as a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in drawing 2 are constituted.

[0029] Although the tidal air nitrogen partial pressure count means 62, the in-the-living-body nitrogen partial pressure count means 64, the comparison means 66, and the half-saturation time selection means 67 are realizable in CPU51, ROM53, and RAM54 of drawing 2 as software among these components, it is also possible to realize by combining the logical circuit which is hardware or a logical circuit, the processing circuit containing CPU, and software.

[0030] In this example of a configuration, the depth-sounding measurement means 61 measures and outputs depth-sounding $P(t)$ corresponding to time amount t .

[0031] The tidal air nitrogen partial pressure count means 62 is based on depth-sounding $P(t)$ outputted from the depth-sounding measurement means 61, and it is the tidal air nitrogen partial pressure $PIN_2(t)$ is calculated and outputted. tidal air -- air -- it is -- oxygen -- a mixing ratio -- 21% -- nitrogen -- if a mixing ratio is 79% -- tidal air nitrogen partial pressure $PIN_2(t)$ -- depth-sounding [under diving] $P(t)$ -- degree type $PIN_2(t) = 0.79 \times P[\text{bar}]$

It can be alike and can ask by count more.

[0032] The tidal air nitrogen partial pressure storage means 63 is PIN_2 calculated like a top type in the tidal air nitrogen partial pressure count means 62. The value of (t) is memorized.

[0033] The in-the-living-body nitrogen partial pressure count means 64 calculates the in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t)$ for every compartment from which the speed of absorption/discharge of nitrogen differs. in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t_E)$ (t_0 it is calculated from the in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t_0)$, the bottom time t_E , and the half-saturation time TH at the time.) which will be absorbed / discharged by diving time-of-day $t=t_0$ if one compartment is taken for an example from -- t_E

[0034] Half-saturation time TH here As shown in drawing 4, the in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t_E)$ is t_0 . It is equivalent to time amount (halftime) until it reaches the intermediate pressure of the in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t_0)$ and the tidal air nitrogen partial pressure $PIIG$ in the process which reaches the tidal air nitrogen partial pressure $PIIG$ under this depth of water from the in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t_0)$ at the time.

[0035] And the result is memorized by the in-the-living-body nitrogen partial pressure storage means 65 as $PGT(t_E)$, as shown in drawing 3. A formula for that is as a bottom equation.

[0036]

[Equation 1]

$$PGT(t_E) = PGT(t_0) + \{PIN_2(t_0) - PGT(t_0)\} \times \{1 - \exp(-k(t_E - t_0)/TH)\}$$

[0037] Here, k is a constant called for experimentally.

[0038] Next, PIN_2 which it is by the comparison means 66 as a result of the tidal air nitrogen partial pressure storage means 63 Half-saturation time TH which compares with (t) $PGT(t)$ which it is as a result of the in-the-living-body nitrogen partial pressure means 5, consequently is used by the half-saturation time selection means 67 with the in-the-living-body nitrogen partial pressure count means 64 It considers as adjustable.

[0039] for example, $t=t_0$ -- supposing the tidal air nitrogen partial pressure $PIN_2(t_0)$ at the time and the in-the-living-body nitrogen partial pressure $PGT(t_0)$ are memorized by the tidal air nitrogen partial pressure storage means 63 and the in-the-living-body nitrogen partial pressure storage means 65, respectively -- the comparison means 66 -- this $PIN_2(t_0)$ and $PGT(t_0)$ (it compares.)

[0040] And it is controlled by the half-saturation time selection means 67 as follows, and the in-the-living-body nitrogen partial pressure count means 64 is $t=t_E$. The in-the-living-body nitrogen

partial pressure PGT (tE) at the time is calculated.

[0041]

[Equation 2]

PGT (t₀) > PIN₂ (t₀) のとき

$$\begin{aligned} \text{PGT (t}_\varepsilon\text{)} &= \text{PGT (t}_0\text{)} \\ &+ \{ \text{PIN}_2 \text{ (t}_0\text{)} - \text{PGT (t}_0\text{)} \} \\ &\times \{ 1 - \exp (-k (t_\varepsilon - t_0) / T_{H1}) \} \end{aligned}$$

[0042]

[Equation 3]

PGT (t₀) < PIN₂ (t₀) のとき、

$$\begin{aligned} \text{PGT (t}_\varepsilon\text{)} &= \text{PGT (t}_0\text{)} \\ &+ \{ \text{PIN}_2 \text{ (t}_0\text{)} - \text{PGT (t}_0\text{)} \} \\ &\times \{ 1 - \exp (-k (t_\varepsilon - t_0) / T_{H2}) \} \end{aligned}$$

[0043] By the two above-mentioned formula, k is calculated with a constant and TH2<TH1.

[0044] in addition, the time of PGT(t₀) = PIN₂ (t₀) -- half -- it is desirable to calculate as saturation time TH = (TH2+TH1) / 2. moreover, such time amount (measurement about t₀ or t_E) -- the time check of drawing 3 -- it is managed by the means 68.

[0045] Here, it is the case where nitrogen is discharged from the inside of the body, at the time of PGT(t₀) > PIN₂ (t₀), and when it is PGT(t₀) < PIN₂ (t₀), it is the case where nitrogen is absorbed to the inside of the body. When carrying out adjustable [of the half-saturation time] at these times has long half-saturation time, it means that discharge takes time amount, when nitrogen is discharged, and nitrogen is absorbed by reverse, half-saturation time will be short and the time amount concerning absorption will be short as compared with the time amount concerning discharge.

[0046] If it does in this way, the simulation of nitrogen volume in the living body can be performed more strictly. Therefore, if the allowed value of an in-the-living-body nitrogen partial pressure is set up, time amount (time amount 302 which can be dived) until it reaches this allowed value with a certain depth of water (water pressure), and time amount (in-the-living-body nitrogen excretion time amount 201) until an in-the-living-body nitrogen partial pressure falls even to a balanced value on the water surface can be found with a sufficient precision. Thus, the time amount derivation means 92 which can be dived and the in-the-living-body nitrogen excretion time amount derivation means 91 of deriving the time amount 302 which can be reduced pressure dived, and the in-the-living-body nitrogen excretion time amount 201 as a diver's safety information are constituted by the information processor 1 for die BAZU of this gestalt. Here, the time amount derivation means 92 which can be dived, and the in-the-living-body nitrogen excretion time amount derivation means 91 are realized by each as a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in drawing 2.

[0047] in addition, depth-sounding P (t) to which the tidal air nitrogen partial pressure count means 62 was outputted from the depth-sounding measurement means 61 -- being based -- tidal air nitrogen partial pressure PIN 2 the formula oxygen of the following when using the tidal air in which the mixing ratio of oxygen and nitrogen differs from air so that it may mention later in case (t) is calculated -- a mixing ratio -- 32% -- it is -- nitrogen -- time of a mixing ratio being 68% PIN₂ (t) = 0.68xP [bar]

oxygen -- a mixing ratio -- 36% -- nitrogen -- time of a mixing ratio being 64% PIN₂ (t) = 0.64xP [bar]

since -- tidal air nitrogen partial pressure PIN 2 It asks for (t).

[0048] (Explanation of each mode) Use with each mode (the time-of-day mode ST 1, surface Mode S T2, planning Mode S T3, the setting mode ST 4, diving Mode S T5, log Mode S T6) explained below

with reference to drawing 5 is possible for the information processor 1 for die BAZU constituted in this way. In addition, to drawing 5, the display by the 8th viewing area 118 and 9th viewing area 119 is omitted among each viewing area of the liquid crystal display panel 11 noting that the characteristic actuation and the characteristic display of diving Mode S T5 in this gestalt are mentioned later.

[0049] ((ST) Time-of-day mode 1) The time-of-day mode ST 1 is a function in case switch actuation is not performed and nitrogen in the living body carries ashore at the time of equilibrium, and is the present days and months 100, current time 101, and the altitude rank 102 (see drawing 1 .) in the liquid crystal display panel 11. A mark is not displayed when a /altitude rank is a rank 0. It is displayed. The altitude rank 102 measures the altitude of a current location automatically, and displays it by three ranks. Current time 101 tells the purport this the display of whose is current time 101, when a colon blinks. For example, in the condition which shows in drawing 5, it is displayed that it is present 10:06 on December 5.

[0050] In this time-of-day mode ST 1, if Switch A is pushed, it will shift to planning Mode S T3 directly, and if Switch B is pushed, it will shift to log Mode S T6 directly. Moreover, if it continues pushing Switch B for 5 seconds, with the switch A pushed after pushing Switch A, it will shift to the setting mode ST 4.

[0051] Also in surface Mode S T2 explained to this time-of-day mode ST 1 and the following, planning Mode S T3, the setting mode ST 4, and which the mode of log Mode S T6 If a functional check is performed automatically and it can check that a sensor etc. is normal when it detects having drowned in a river through the suicide-by-drowning monitor switch 30 shown in drawing 1 and drawing 2, it will shift to diving Mode S T5 automatically. When there are abnormalities in a sensor etc. at this time, an alarm sound etc. reports that from the **** equipment 37 shown in drawing 2.

[0052] (Surface Mode S T2) The information processor 1 for die BAZU will shift to surface Mode S T2 automatically, if the suicide-by-drowning monitor switch 30 which had flowed will be in an insulating condition after termination of diving. This surface Mode S T2 is a function when carrying ashore until it passes since the last diving for 48 hours. In this surface Mode S T2, the standard of change of the nitrogen volume in the living body after diving termination etc. is displayed on everything but the data (the current days and months 100, current time 101, altitude rank) displayed in the time-of-day mode ST 1. That is, the superfluous nitrogen which melted into the inside of the body is discharged, and time amount until it will be in equilibrium is displayed as in-the-living-body nitrogen excretion time amount 201. This in-the-living-body nitrogen excretion time amount 201 counts down time amount until it will be in equilibrium. It is no displaying after the in-the-living-body nitrogen excretion time amount 201 became in 0 hour and 00 minutes. Moreover, the elapsed time after diving is displayed as the water surface quiescent time 202, and after a time check is started as termination of diving and this water surface quiescent time 202 measures the time of depth of water becoming shallower than 1.5m in diving Mode S T5 till 48 hours, it is no displaying. Therefore, in the information processor 1 for die BAZU, on land, it becomes this surface Mode S T2 48 hours after diving termination, and is in time-of-day mode ST 1 after it. In addition, in the condition which shows in drawing 5, it is 11:58 on December 5, and it is displayed after diving termination now that 13 minutes per hour have passed. Moreover, it indicates that the nitrogen volume which melted into the inside of the body by diving performed until now is equivalent to four pieces of the in-the-living-body nitrogen graph 203, and time amount (in-the-living-body nitrogen excretion time amount 201) until nitrogen with the superfluous inside of the body will be discharged from this condition and it will be in equilibrium is displayed to be 10 hours and 55 minutes.

[0053] In this surface Mode S T2, if Switch A is pushed, it will shift to planning Mode S T3 directly, and if Switch B is pushed, it will shift to log Mode S T6 directly. Moreover, if it continues pushing Switch B for 5 seconds, with the switch A pushed after pushing Switch A, it will shift to the setting mode ST 4.

[0054] ((ST) Setting mode 4) The setting mode ST 4 is a function for also performing an ON/OFF setup of warning alarm and a setup of safety level besides a setup of days and months 100 and current time 101. In this setting mode ST 4, the current days and months 100, a year 106, current time 101, safety level (not shown), ON/OFF (not shown) of alarm, and an altitude rank are displayed, and safety level can be set as two level of the level which performs reduced pressure count on condition of the level which performs the usual reduced pressure count, and moving to the location of an altitude rank high one rank after diving among these items. It is a setup for setting up whether ON/OFF of alarm sounds the alarm of various warnings from **** equipment 37, and if alarm is set as OFF, alarm will not sound.

[0055] whenever [which pushes Switch A in this setting mode ST 4] -- a setting item -- the time -- a second, a part, a year, the moon, a day, safety level, and alarm ON/OFF -- it switches in order and the display of the portion equivalent to it blinks. At this time, if Switch B is pushed, and the numeric value or alphabetic character of a setting item will change and it will continue pushing, a numeric value and an alphabetic character will change early. If Switch A is pushed while ON/OFF of alarm is blinking, it will return to surface Mode S T2 or the time-of-day mode ST 1. moreover, any of Switches A and B -- although -- if not pushed for [1 minute -] 2 minutes, it returns to surface Mode S T2 or the time-of-day mode ST 1 automatically.

[0056] (Planning Mode S T3) Planning Mode S T3 is the mode for inputting the maximum depth of water of diving performed to a degree, and the standard of bottom time. In this mode, the depth-sounding rank 301, the time amount 302 which can be dived, safety level, an altitude rank, the water surface quiescent time 202, and the in-the-living-body nitrogen graph 203 are displayed. While the rank of the depth-sounding rank 301 changes the display from the low rank one by one to the high rank, the time amount 302 in each depth-sounding rank 301 which can be dived is displayed. For example, the depth-sounding rank 301 switches every 5 seconds in order (9m, 12m, 15m, 18m, 21m, 24m, 27m, 30m, 33m, 36m, 39m, 42m, 45m, and 48m). Since it is the plan of first time diving which does not have superfluous nitrogen are recording in the inside of the body, the in-the-living-body nitrogen graph 203 is 0, and if it shifted to planning Mode S T3 from the time-of-day mode ST 1 at this time, when depth of water is 15m, the time amount 302 which can be dived will be displayed as 66 minutes by the past diving. So, by the way, it turns out that non-decompressed diving is [the depth of water of 12m or more, and 15m or less] possible till less than 66 minutes. On the other hand, if it shifted to planning Mode S T3 from surface Mode S T2, since it will be the plan of repetitive diving which has superfluous nitrogen are recording in the inside of the body by the past diving, if the in-the-living-body nitrogen graph 203 is a part for four and it is a time of the maximum depth of water being 15m, the time amount 302 which can be dived will be displayed as 49 minutes. So, by the way, it turns out that non-decompressed diving is [the depth of water of 12m or more, and 15m or less] possible till less than 49 minutes. Here, the time amount 302 which can be dived serves as a value which is different if the nitrogen partial pressure of tidal air changes. however, with this gestalt, it mentions later -- as -- the nitrogen of breathing -- the nitrogen of the tidal air always set up since a setting change of the mixing ratio (oxygen mixing ratio) might be made by the exterior for night ROKKUSU diving -- it is constituted so that a mixing ratio may be reflected in derivation of the time amount 302 which can be dived.

[0057] In this planning Mode S T3, if it will continue pushing Switch A 2 seconds or more by the time the depth-sounding rank 301 is displayed as 48m, it will shift to surface Mode S T2 directly. Moreover, after the depth-sounding rank 301 is displayed as 48m, it shifts to the time-of-day mode ST 1 or surface Mode S T2 automatically. Furthermore, since it shifts to surface Mode S T2 or the time-of-day mode ST 1 automatically when there are not a predetermined period and switch actuation, it is the part and convenience which do not need to perform switch actuation each time. On the other hand, if Switch B is pushed, it will shift to log Mode S T6 directly.

[0058] (Diving Mode S T5) Diving Mode S T5 is the mode at the time of diving, and the current depth of water 501, bottom time 502, the maximum depth of water 503, the time amount 302 that

can be dived, the in-the-living-body nitrogen graph 203, an altitude rank, etc. are the functions in which information required for diving is displayed, in the non-decompressed diving mode ST 51. [0059] For example, in the condition which shows in drawing 5, after starting diving, 12 minutes pass, and it gets down to the place whose depth of water is 16.8m, and the purport which can continue non-decompressed diving for 42 more minutes is displayed on the 4th viewing area 114 of the liquid crystal display panel 11 shown in drawing 1 (A) with this depth of water. Moreover, the purport whose maximum depth of water by the present is 20.0m is displayed, and the purport which is the level on which four marks of the in-the-living-body nitrogen graph 203 have turned on the present nitrogen volume in the living body is further displayed by the 6th viewing area 116 of the liquid crystal display panel 11 shown in drawing 1 (A).

[0060] In this diving Mode S T5, since rapid surfacing causes decompression illness, while it asks for the present rise rate every 6 seconds When the rise rate for which compared this rise rate with the rise rate allowed value corresponding to current depth of water, and it asked this time is quicker than a rise rate allowed value While emitting an alarm sound (violation warning of a rise rate) for 3 seconds on the frequency of 4kHz from **** equipment 37 In the 7th viewing area 117 of the liquid crystal display panel 11 shown in drawing 1 (A), the display with "SLOW" and the display of the present depth of water are blinked by turns in a cycle of 1Hz, and violation warning of a rise rate is performed so that a rise rate may be reduced. Moreover, it warns a diver of the purport which is violation of a rise rate by vibration from a vibration generator system 38. And when it falls even to level with a normal rise rate, the aforementioned violation warning of a rise rate is stopped.

[0061] In addition, in diving Mode S T5, if Switch A is pushed, only while it will continue being pushed, current time 101 and the current water temperature 504 are displayed as current time display-mode ST52. In the condition which shows in drawing 5, it will be time of day at 10:18, and it is displayed now that water temperature is 23 degrees C. Thus, since only a predetermined period performs the display of current time 101 or current water temperature when there is switch actuation to that effect in diving Mode S T5 and (the non-decompressed diving mode ST 51), current time 101, etc. can be displayed if needed even if it constitutes so that only data required for diving may always be displayed within the small screen (current time display-mode ST52), it is convenient. And in this way, since switch actuation was used for the switch of a display also in diving Mode S T5, the information which a diver wants to know can be expressed as proper timing.

[0062] When it rises to surface between this diving Mode S T5 even at the place where depth of water is shallower than 1.5m, it is processed as what diving ended, and when the suicide-by-drowning monitor switch 30 which had flowed will be in an insulating condition, it shifts to surface Mode S T2 automatically. When depth of water turns into 1.5m **** in the meantime, as one diving actuation, a diving result (data with various dates of diving, bottom time, maximum depth of water, etc.) in the meantime is memorized to RAM54, and the time of becoming 1.5m **** from from is held. When it combines and there are the two aforementioned violation warnings or more of a rise rate during this diving continuously, it records as a diving result also that.

[0063] To the last, the information processor 1 for die BAZU of this gestalt is constituted on the assumption that non-decompressed diving, but it switches to following reduced pressure diving display-mode STs53 while an alarm sound to that effect should report to a diver, when it changes into the condition of reduced pressure diving. That is, in reduced pressure diving display-mode ST53, the current depth of water 501, bottom time 502, the in-the-living-body nitrogen graph 203, an altitude rank, the reduced pressure halt depth 505, the reduced pressure stop time 506, and the total surfacing time amount 507 are displayed. In the condition which shows in drawing 5, 24 minutes pass since diving initiation and the purport which is present in the place whose depth of water is 29.5m is displayed. Moreover, keeping [nitrogen volume in the living body exceeds the maximum allowed value, and] a safe rise rate, since it is dangerous, it rises to surface till a place with a depth of 3m, and the directions carry out a reduced pressure halt for 1 minute there are displayed. Moreover, the directions applied even to the water surface also at the lowest as a safe

rise rate for 5 minutes are displayed. Furthermore, the purport which has nitrogen volume in the living body in increase orientation is expressed as the upward arrow head 508 now. Then, while a diver is performing this reduced pressure although he surfaces after doing a reduced pressure halt based on the above-mentioned contents of a display, the purport nitrogen volume in the living body is decreasing [a purport] is expressed as the downward arrow head 509.

[0064] (Log Mode S T6) If Switch B is pushed in the time-of-day mode ST 1 or surface Mode S T2, it will shift to log Mode S T6 directly. Log Mode S T6 is a function which memorizes and displays the various data when diving more deeply than the depth of water of 1.5m in the condition of having gone into diving Mode S T5 3 minutes or more. The sequential storage of the data of such diving is carried out for every diving as log data, when a maximum of ten log data are memorized and held and it dives more than it, it is deleted sequentially from old data, and diving of the ten newest duties is always memorized.

[0065] In this log Mode S T6, log data is expressed as two screens which switch every 4 seconds. The in-the-living-body nitrogen graph 203 when ending the diving days and months 601, the average depth of water 509, the diving start time 603, the diving end time 604, an altitude rank, and diving is expressed as the 1st screen ST 61. The in-the-living-body nitrogen graph 203 when ending the log number 605 which is a diving number in the day, the maximum depth of water 608, bottom time 606, the water temperature 607 at the time of the maximum depth of water, an altitude rank, and diving is expressed as the 2nd screen ST 62. For example, in the condition which shows in drawing 5 , by the way, diving of 2 Motome on December 5 is ended at 10:45, after [whose an altitude rank is 0] starting diving at 10:07, and the purport which was diving for 38 minutes is displayed. In diving at this time, average depth of water is 23 degrees C, and 14.6m and the maximum depth of water show [the water temperature at the time of 26.0m and the maximum depth of water / the in-the-living-body nitrogen graph 203] the purport that the nitrogen for four melted into the inside of the body, after diving termination. Thus, there is much amount of information which can display two screens in log Mode S T6 even if the screen is small since various kinds of information with a switch is displayed automatically.

[0066] Moreover, in log Mode S T6, when there are the two aforementioned speeding warnings or more during diving displayed this time, that is displayed as "SLOW" in the 7th viewing area 117 of the liquid crystal display panel 11.

[0067] In this log Mode S T6, after switching from data new whenever it pushes Switch B to old data and displaying the oldest data, it shifts to the time-of-day mode ST 1 or surface Mode S T2. Also when Switch B continues being pushed on the middle 2 seconds or more, it shifts to the time-of-day mode ST 1 or surface Mode S T2. furthermore, any of Switches A and B -- although -- the part which does not need to perform switch actuation each time since it returns to surface Mode S T2 or the time-of-day mode ST 1 automatically also when not pushed for [1 minute -] 2 minutes - it is convenient. On the other hand, if Switch A is pushed, it will shift to planning Mode S T3 directly. Thus, with this gestalt, direct shift mutual with one switch actuation also in between which the modes is possible among planning Mode S T3, surface Mode S T2, and log Mode S T6.

[0068] It consists of [a configuration for protecting a diver from oxygen drunkenness], thus a constituted information processor 1 for die BAZU of this gestalt as follows for the purpose of protecting the diver under diving from oxygen drunkenness.

[0069] First, the tidal air MX1 which the mixing ratio of oxygen and nitrogen becomes from the compressed air of 21:79, the tidal air MX2 which the mixing ratio of oxygen and nitrogen becomes from the compressed air of 32:68, and the tidal air MX3 which the mixing ratio of oxygen and nitrogen becomes from the compressed air of 36:64 carry the bomb with which it filled up, respectively on the back, and performs scuba diving, and a diver chooses whether which tidal air is used during diving.

[0070] therefore, the mixing ratio for setting it as the information processor 1 for die BAZU whether which tidal air was chosen from the exterior in the information processor 1 for die BAZU of this

gestalt, at a predetermined value, as shown in drawing 3 -- the setting means 94 is constituted, the information (information for protecting a diver from oxygen drunkenness) corresponding to tidal air present in use is drawn based on a setting result here, and it is reported to a diver.

[0071] a mixing ratio since the tidal air MX1 which consists of air is used here at the time of initiation of diving and this tidal air MX1 is most generally used -- with the setting means 94, if the tidal air MX1 which consists of air is used, it is initialized. however, a mixing ratio -- the setting means 94, as it realizes as a function of CPU51, ROM53 and RAM54 which were shown in drawing 2 , and the control unit 5 equipped with Switches A and B and is shown in drawing 3 From the condition that the tidal air MX1 which consists of air is initialized in ROM53, if Switch B is pushed in diving Mode S T5 (under diving) The contents of a setting switch to whenever [the] cyclically between tidal air MX1, MX2, and MX3, and it is memorized by RAM54 whether finally which tidal air was chosen. So, after changing a setup of tidal air, the information corresponding to the newly set-up tidal air will be drawn and displayed.

[0072] Moreover, if such conditioning is before starting diving, it will be performed in the setting mode ST 4 explained with reference to drawing 5 . namely, -- if a setting item is considered as a setup of tidal air in the setting mode ST 4 and Switch B is pushed in this condition to change that setup into tidal air MX2 or tidal air MX3 from tidal air MX1 and the condition initialized -- whenever [that] -- tidal air MX2, MX3, and MX1 -- this -- it switches one by one. It will replace with the tidal air MX1 by which it was initialized by ROM53 also at this time, the information corresponding to the tidal air newly set as RAM54 will be drawn, and it will be displayed. So, the display of the time amount 302 reflecting the oxygen tension of the tidal air set up from the exterior which can be dived is possible also for planning Mode S T3 shown in drawing 5 .

[0073] it is shown in drawing 6 whether which tidal air was chosen -- as -- a display 10 -- setting -- the left-hand side field of the 8th viewing area 118 of the liquid crystal display panel 11 -- the oxygen -- a mixing ratio 905 is displayed. ***** tidal air MX3 is set up in the condition which shows in drawing 6 -- oxygen -- it is displayed as 36% of mixing ratios. however -- the time of tidal air MX1 being chosen -- the oxygen -- as long as it replaces with a mixing ratio 905 and additional coverage is shown in a display digit, it may be displayed as "AIR" etc. and you may display that a diver understands having chosen air easily.

[0074] the present depth-sounding value (water pressure value) which the depth-sounding measurement means 61 measured with the information processor 1 for die BAZU concerning this gestalt in drawing 3 again, and a mixing ratio -- based on whether which tidal air of tidal air MX1, MX2, and MX3 was chosen and set up with the setting means 94, an oxygen tension derivation means 95 to derive the tidal air oxygen tension 906 in the present depth-sounding location is constituted. The tidal air oxygen tension 906 in the present depth-sounding location which this oxygen tension derivation means 95 drew is displayed on the right-hand side field of the 8th viewing area 118 of the liquid crystal display panel 11 in a display 10, as shown in drawing 6 . namely, -- an idea when the tidal air oxygen tension 906 exceeds a permission oxygen tension value, that oxygen drunkenness occurs to this gestalt -- the oxygen-tension derivation means 95 -- a mixing ratio -- based on the setting result in the setting means 94, and the measurement result (water pressure value) of the depth-sounding measurement means 61, it asks for the tidal-air oxygen tension 906 from the mixing ratio of the oxygen under following operation expression tidal air oxygen tension = (current water pressure + atmospheric pressure) x tidal air, and the value is displayed on the liquid crystal display panel 11. tidal air MX3 chooses in the condition which shows in drawing 6 -- having -- the oxygen -- at 36%, the water pressure values with which it is equivalent to it since the present depth of water is 16m are 1.6bars, and it considers that atmospheric pressure is 1.0bars, and the mixing ratio is displayed that the tidal air oxygen tension 906 calculated from those values is 0.9bars. Here, generally the allowed value of the tidal air oxygen tension 906 is set to 1.6bars from a viewpoint of preventing oxygen drunkenness. Therefore, a diver chooses the mixing ratio and diving location of oxygen under tidal air so that the tidal air oxygen tension 906 may become below an

allowed value (1.6bar), and if proper diving is performed, he can protect himself from oxygen drunkenness. In addition, the oxygen tension derivation means 95 is realizable as a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in drawing 2.

[0075] moreover, in the information processor 1 for die BAZU concerning this gestalt An oxygen tension judging means 96 to judge whether the current tidal air oxygen tension 906 is over the permission oxygen tension value (1.6bar) based on the derivation result of the oxygen tension derivation means 95 is constituted. When the tidal air oxygen tension 906 in a current depth-sounding location is over the permission oxygen tension value in the judgment result of this oxygen tension judging means 96, while reporting that to a diver as an alarm sound or vibration from **** equipment 37 or a vibration generator system 38 The display of the tidal air oxygen tension 906 is blinked on the liquid crystal display panel 11. Thus, an information means to report to a diver is realized [that the tidal air oxygen tension 906 is over a permission oxygen tension value, and]. This oxygen tension judging means 96 is also realizable as a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in ?=? 878///&N0001=705&N0552=9&N0553=000008" TARGET="tjitemdrw"> drawing 2.

[0076] the information equipment 1 for die BAZU of this gestalt -- setting -- a mixing ratio -- based on the setting result in the setting means 94, a permission depth-sounding value derivation means 93 to derive the permission depth-sounding value 907 which can dive by the tidal air of the set-up mixing ratio is also constituted. This permission depth-sounding value derivation means 93 is also realizable as a function of CPU51, ROM53, and RAM54 shown in drawing 2.

[0077] this gestalt -- the oxygen of tidal air -- in deriving the permission depth-sounding value 907 from a mixing ratio Since it is thought that oxygen drunkenness occurs when the tidal air oxygen tension 906 exceeds a permission oxygen tension value, the permission depth-sounding value derivation means 93 a mixing ratio -- the oxygen of the tidal air which it was based whether the setting means 94 is minded and the tidal air MX1, MX2, and MX3 of a gap was chosen, and was chosen -- when it dives from a mixing ratio to which depth-sounding location, it computes whether tidal air oxygen tension exceeds a permission oxygen tension value. For example, the permission depth-sounding value derivation means 93 is the following operation expression permission depth-sounding value =(mixing ratio of oxygen under permission oxygen tension value / tidal air)-. The permission depth-sounding value 907 is calculated from the depth-sounding reduced property of atmospheric pressure; however tidal air oxygen tension allowed value =1.6bar, and the value is displayed on the 9th viewing area 119 of the liquid crystal display panel 11 in a display 10. for example, tidal air MX3 chooses in the condition which shows in drawing 6 -- having -- the oxygen -- the purport which does not require it for oxygen drunkenness at 36% even if a mixing ratio dives till a place with a depth of 34m (permission depth-sounding value 907) since tidal air oxygen tension allowed values are 1.6bars is displayed.

[0078] It sets to the information equipment 1 for die BAZU of this gestalt further again. The time amount derivation means 92 which can be dived As described above, while calculating whether the time amount like which and diving with a certain next and depth-sounding value are possible, in view of current nitrogen volume in the living body (time amount 302 which can be dived) a time check -- since it is also based on the temporal response of the tidal air oxygen tension to current [which is drawn from the tidal air oxygen tension 906 which the measurement result of a means 68 and the oxygen tension derivation means 95 drew], it is constituted so that the time amount (time amount 302 which can be dived) which can continue diving may be derived. Here, although two time amount 302 which was found from a different viewpoint and which can be dived may be expressed as the liquid crystal display panel 11, the value of the shorter one is expressed as this gestalt for the purpose of raising safety more between two time amount 302 which can be dived. Dick described above in this gestalt when finding the time amount 302 which can be dived based on the tidal air oxygen tension 906 It refers to "Nitrox MANUAL" of Rutkowski work, and the value shown in a table 1 is used.

[0079]

[A table 1]

| 呼吸気酸素分圧 p_{O_2} | 潜水可能時間の指標 T_p |
|-------------------|-----------------------------|
| 1.6 bar | $T_{1.6} = 45 \text{ min}$ |
| 1.5 bar | $T_{1.5} = 120 \text{ min}$ |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| 0.5 bar | $T_{0.5} = \text{無限}$ |

[0080] Index TP of the time amount which is shown in this table 1 and which can be dived The maximum time amount which can dive without becoming oxygen drunkenness to the last is meant, for example, if the tidal air oxygen tension 906 is 1.6bars from the beginning to the last, it can dive for 45 minutes, if the tidal air oxygen tension 906 is 1.5bars from the beginning to the last, it can dive for 120 minutes, and it means that it can dive into infinity if the tidal air oxygen tension 906 is 0.5bars from the beginning to the last therefore, this diving -- setting -- former tidal air oxygen tension 1.6bar, 1.5bar, and bottom time tp in ... respectively -- t1.6 a part -- between -- t1.5 a part -- between ..., then $= (t1.6 / T1.6 + t1.5 / T1.5 + \dots) \text{ sigma } (tp / Tp)$

The value come out of and calculated regards it as the degree of completion to oxygen drunkenness, and if it becomes oxygen drunkenness when the value is set to 1, it will treat.

Therefore, for the oxygen tension derivation means 95, it is the index TPox of the time amount at that time which can be dived whether it is now current tidal air and a now current depth-sounding location, namely, between diving is possible the back at the now current tidal air oxygen tension Pox (oxygen a mixing ratio x water pressure value). It uses and they are the following time amount $= TPox [\text{ which can be formula dived }] \times [1 - (t1.6 / T1.6 + t1.5 / T1.5 + \dots)]$.

$= TPox \times [1 - \text{sigma } (tp / Tp)]$

The time amount 302 which can be dived is drawn more and the value is displayed by the 4th viewing area 114 of the liquid crystal display panel 11 of a display 10. This value is counted down with time amount progress in the 4th viewing area 114 of the liquid crystal display panel 11. In addition, the time amount 302 which can be dived may be displayed with a graph. the condition which shows in drawing 6 -- oxygen -- the purport which does not start oxygen drunkenness even if it carries out diving for 42 more minutes (time amount 302 which can be dived), while the places 906 whose depth of water a mixing ratio is 16m at 36%, i.e., tidal air oxygen tension, have been the conditions of 0.9bars is displayed. therefore, the oxygen of the tidal air which the diver chose -- if the time amount 302 which was drawn based on a mixing ratio 905 and the diving hysteresis in this diving and which can be dived is observed, it can be said that oxygen drunkenness is not started.

[0081] Thus, if tidal air MX1 was finished in the condition of having chosen as air when diving was finished, it will continue being in the condition that tidal air MX1 was chosen. Therefore, when diving

again using tidal air MX1, it is not necessary to change a setup anew.

[0082] on the other hand, the mixing ratio which sets automatically the mixing ratio of the oxygen under tidal air, and the mixing ratio of nitrogen to the information processor 1 for die BAZU to a respectively bigger value than ***** of 99%, 79%, and which tidal air in order to secure the safety when resuming diving, when it finishes, where the tidal air MX2 with the big mixing ratio of oxygen or tidal air MX3 is chosen -- the compulsive setting means 97 is constituted. Thus, the information which will be accidentally emitted when diving again and having forgotten to set it as right conditions if the mixing ratio of the oxygen under tidal air is set as the big value will only be emitted, if below the allowed value of the tidal air oxygen tension 906 is too large, and if it carries out from a viewpoint of securing a diver's safety, it will be satisfactory. In addition, since it will switch to the condition that tidal air MX1 was chosen if Switch B is pushed when you have noticed the error of a setup during diving, it can be reset as right conditions also in diving.

[0083] Thus, the information processor 1 for die BAZU of this gestalt When a diver switches tidal air MX1, MX2, and MX3 during diving a mixing ratio -- between diving Mode S T5 only by changing the setup in the setting means 94 Since it constitutes so that it may report to a diver to which depth-sounding location it can dive by this tidal air after changing whether it can dive that there is nothing and the tidal air which causes oxygen drunkenness by the selected tidal air, a diver can be protected from oxygen drunkenness.

[0084] Although it constituted from a [gestalt of other operations] above-mentioned gestalt so that that might be reported when the tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location exceeded a permission oxygen tension value The warning value which the present tidal air oxygen tension multiplied by the safety factor to the permission oxygen tension value for the purpose of raising safety more as shown in drawing 3 , For example, the oxygen tension judging means 96 is constituted so that it may judge whether it is over the value which multiplied by 0.9 to the permission oxygen tension value. When the tidal air oxygen tension in a current depth-sounding location is over the warning value in the judgment result of this oxygen tension judging means 96, you may constitute so that sound emission equipment 37 and a vibration generator system 38 may emit warning to that effect.

[0085] Moreover, in setting the mixing ratio of oxygen and nitrogen as a predetermined value from the exterior, with the aforementioned gestalt, were the configuration which chooses a predetermined value from what is set up with 21:79, 32:68, and 36:64 about tidal air 1, 2, and MX 3, respectively, but these value itself chosen -- tidal air 1, 2, and MX 3 -- respectively -- 30:70, 40:60, 50:50, and a mixing ratio -- you may constitute so that it can change into any value from the exterior with the setting means 94.

[0086]

[Effect of the Invention] As explained above, in the information processor for die BAZU concerning this invention, it is characterized by drawing the depth-sounding value (permission depth-sounding value) which can dive by the tidal air of the mixing ratio set as the predetermined value, and displaying it from the exterior. Therefore, a diver does not start diver oxygen drunkenness, as long as it sees the display and dives in the place of permission depth-sounding value ****. Moreover, when tidal air oxygen tension is drawn from the tidal air and the present depth-sounding value of the mixing ratio set as the predetermined value and it is displayed from the exterior, a diver does not start oxygen drunkenness, as long as the mixing ratio and diving location of oxygen under tidal air are chosen so that tidal air oxygen tension may become below an allowed value. So, according to the information processor for die BAZU of this invention, a diver can be protected from oxygen drunkenness.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The plan showing the main part of equipment of the information processor for die BAZU with which (A) applied this invention, and some arm bands, and (B) are the side elevations when seeing the main part of equipment from the direction of 00 [6] of a wrist watch.

[Drawing 2] It is the block diagram of the whole information processor for die BAZU which applied this invention.

[Drawing 3] It is the functional block diagram showing the configuration for drawing and reporting the various safety information constituted in the information processor for die BAZU which applied this invention.

[Drawing 4] In the information processor for die BAZU which applied this invention, it is explanatory drawing showing the semantics of the half-saturation time used in case nitrogen volume in the living body and in-the-living-body nitrogen excretion time amount are derived.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows each function which the information processor for die BAZU which applied this invention has.

[Drawing 6] In the information processor for die BAZU which applied this invention, it is explanatory drawing showing the information displayed in order to protect a diver from oxygen drunkenness.

[Description of Notations]

1 ... Information Processor for Die BAZU

5 ... Control Unit

10 ... Display (display means)

11 ... Liquid crystal display panel

34 ... Pressure sensor

37 ... **** equipment

38 ... Vibration generator system

50 ... Control section

51 ... CPU

53 ... ROM

54 ... RAM

60 ... In-the-living-body nitrogen volume derivation means

61 ... Depth-sounding measurement means (water pressure measurement means)

62 ... Tidal air nitrogen partial pressure count means

63 ... Tidal air nitrogen partial pressure storage means

64 ... In-the-living-body nitrogen partial pressure count means

65 ... In-the-living-body nitrogen partial pressure storage means

67 ... Half-saturation time selection means

68 ... a time check -- a means

91 ... In-the-living-body nitrogen excretion time amount derivation means

92 ... Time amount derivation means which can be dived
93 ... Permission depth-sounding value derivation means
94 ... a mixing ratio -- a setting means
95 ... Oxygen tension derivation means
96 ... Oxygen tension judging means
97 ... a mixing ratio -- a compulsive setting means
A, B ... Switch
ST1 ... Time-of-day mode
ST2 ... Surface mode
ST3 ... Planning mode
ST4 ... Setting mode
ST5 ... Diving mode
ST6 ... Log mode

[Translation done.]

| | | |
|---------------------------|-------|---------------|
| (51) Int.Cl. ⁵ | 識別記号 | F I |
| B 6 3 C 11/02 | | B 6 3 C 11/02 |
| 11/26 | | 11/26 |
| G 0 1 C 13/00 | | G 0 1 C 13/00 |
| G 0 4 G 1/00 | 3 1 5 | G 0 4 G 1/00 |
| | | D |
| | | 3 1 5 G |

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-178515

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月3日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿 2丁目4番1号

(72) 発明者 古田 尚志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 平川 友章

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 小山 登志子

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

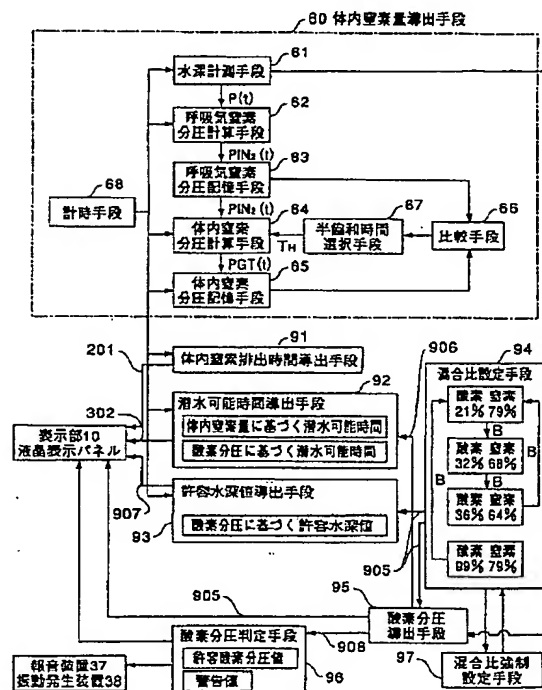
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイバーズ用情報処理装置

(57) 【要約】

【課題】 ダイバーを酸素酔いから守るのに必要な情報を導出して報知することのできるダイバーズ用情報処理装置を提供すること。

【解決手段】 ダイバーが酸素混合比の異なる呼吸気M X 2、M X 3、M X 1のいずれを使用するかをダイバーズ用情報処理装置1に外部より設定すると、酸素分圧導出手段95は、現在水深位置における呼吸気酸素分圧906を導出し、その値は液晶表示パネル11に表示される。ここで、呼吸気酸素分圧906が許容酸素分圧値を越えておれば、アラーム音や振動でダイバーに報知する。許容水深値導出手段93は、設定した混合比の呼吸気で潜水可能な許容水深値907を導出し、その値も液晶表示パネル11で表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 潜水に用いる呼吸気の酸素と不活性ガスの混合比を外部より所定の値に設定するための混合比設定手段と、該混合比設定手段での設定結果に基づいて、設定した混合比の呼吸気で潜水可能な水深値を導出する許容水深値導出手段と、該許容水深値導出手段が導出した許容水深値を表示する表示手段とを有することを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項2】 水压を計測する水压計測手段と、潜水に用いる呼吸気の酸素と不活性ガスの混合比を外部より所定の値に設定するための混合比設定手段と、該混合比設定手段での設定結果と前記水压計測手段の計測結果に基づいて現在水深位置における呼吸気酸素分圧を導出する酸素分圧導出手段と、該酸素分圧導出手段が導出した現在水深位置における呼吸気酸素分圧を表示する表示手段とを有することを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項3】 請求項2において、前記酸素分圧導出手段の導出結果に基づいて現在の呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えているか否かを判定する酸素分圧判定手段と、該酸素分圧判定手段の判定結果において現在水深位置における呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えている場合にはその旨を報知する報知手段とを有していることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項4】 請求項2において、前記酸素分圧導出手段の導出結果に基づいて現在の呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値に対して安全率を乗じた警告値を越えているか否かを判定する酸素分圧判定手段と、該酸素分圧判定手段の判定結果において現在水深位置における呼吸気酸素分圧が前記警告値を越えている場合にはその旨を報知する報知手段とを有していることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項5】 請求項2ないし4のいずれかにおいて、さらに、前記混合比設定手段での設定結果に基づいて、設定した混合比の呼吸気で潜水可能な水深値を導出する許容水深値導出手段を有し、前記表示手段は、前記許容水深値導出手段が導出した許容水深値も表示するように構成されていることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項6】 請求項2ないし5のいずれかにおいて、さらに、時間経過を計測する計時手段と、該計時手段の計測結果および前記酸素分圧導出手段が導出した呼吸気酸素分圧から導かれる現在までの呼吸気酸素分圧の時間的变化に基づいて、これから潜水を継続可能な時間を導出する潜水可能時間導出手段とを有し、前記表示手段は、前記潜水可能時間導出手段が導出した潜水可能時間も表示するように構成されていることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれかにおいて、前記表示手段は、前記混合比設定手段での設定結果を表

示するとともに、設定された酸素と不活性ガスの混合比が21:79であるときには呼吸気が空気であることを表示することを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれかにおいて、前記混合比設定手段は、予め設定された複数の混合比のうちから所定の混合比を選択するように構成されていることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項9】 請求項8において、前記混合比設定手段は、前記の選択される複数の混合比をも外部から任意に値に変更できるように構成されていることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項10】 請求項8において、前記混合比設定手段は、潜水途中で呼吸気の混合比の設定を切り換え可能なように構成されていることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【請求項11】 請求項1ないし10のいずれかにおいて、さらに、酸素と不活性ガスの混合比が21:79よりも酸素の混合比を大きく設定した状態で潜水が終了したときには呼吸気中の酸素の混合比をいずれの呼吸気の酸素の混合比よりも大きな値に自動的に設定しておく混合比強制設定手段を有していることを特徴とするダイバーズ用情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ダイブコンピュータとも称せられるダイバーズ用情報処理装置に関するものである。さらに詳しくは、このような情報処理装置において、呼吸気中の酸素によって引き起こされる酸素酔いからダイバーを守るための情報を導出し、報知するための技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】いわゆるダイブコンピュータと称せられるダイバーズ用情報処理装置において行われる潜水後の減圧条件の計算方法については、KEN LOYST et al. 著の「DIVE COMPUTERS A CONSUMER'S GUIDE TO HISTORY, THEORY & PERFORMANCE」(Watersport Publishing Inc. (1991)に詳細に述べられている。また、理論についての文献としては、A.A.Buhlmann著の「Decompression-Decompression Sickness」、Springer、Berlin(1984)に詳しい。これらいずれの文献にも、ダイビングにより体内に溶け込んだ呼吸気中の窒素などの不活性ガスは体内で気泡となって減圧症を招くおそれがあることを示唆している。減圧症をより確実に防ぐという観点からは、A.A.Buhlmann著の「Decompression-Decompression Sickness」、Springer、Berlin(1984)、pp.14に記載の式に基づく計算も検討されている。

【0003】そこで、従来のダイバーズ用情報処理装置では、上記の理論から体内不活性ガス量を把握し、潜水終了後、陸上に上がったときには、体内不活性ガス量が陸上で平衡値に戻るまでの所要時間(体内不活性ガス排

出時間)を表示するようになっている。従って、この表示を見たダイバーは、再び潜水を行う際には適正な時間だけ陸上で休息をとってから潜水を再開するので、減圧症にかかることなく1日に複数回の潜水を行うことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来のダイバーズ用情報処理装置ではダイバーを減圧症から守るという観点から体内不活性ガス量を監視しているが、呼吸気起因してダイバーに起きる体調不良は減圧症だけではない。すなわち、呼吸気中の呼吸気酸素分圧が高すぎるときには、ダイバーはいわゆる酸素酔いにかかる。とりわけ、長時間の潜水を行うために酸素の混合比が空気よりも大きい呼吸気を用いた場合には、減圧症よりも酸素酔いにかかりやすい傾向にある。

【0005】以上の問題点を鑑みて、本発明では、ダイバーを酸素酔いから守るのに必要な情報を導出して報知することのできるダイバーズ用情報処理装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係るダイバーズ用情報処理装置では、潜水に用いる呼吸気の酸素と不活性ガスの混合比を外部より所定の値に設定するための混合比設定手段と、該混合比設定手段での設定結果に基づいて、設定した混合比の呼吸気で潜水可能な水深値を導出する許容水深値導出手段と、該許容水深値導出手段が導出した許容水深値を表示する表示手段とを有することを特徴とする。

【0007】本発明では、呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えたときに酸素酔いが起きるとの考えから、混合比設定手段を介して外部より所定の値に設定された混合比に基づいて、この混合比でどの水深位置まで潜水したときに呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えるかを算出する。すなわち、許容水深値導出手段は、以下の演算式

$$\text{許容水压} = (\text{許容酸素分圧値} / \text{呼吸気中の酸素の混合比}) - \text{大気圧}$$

から許容水压を求め、それを水深換算して表示手段が表示する。従って、ダイバーは、選択した酸素混合比の呼吸気に対応する許容水深値以浅のところで、対応する許容潜水時間以内で潜水する限り、酸素酔いにかからない。

【0008】また、本発明に係るダイバーズ用情報処理装置では、水压を計測する水压計測手段と、潜水に用いる呼吸気の酸素と不活性ガスの混合比を外部より所定の値に設定するための混合比設定手段と、該混合比設定手段での設定結果と前記水压計測手段の計測結果に基づいて、現在水深位置における呼吸気酸素分圧を導出する酸素分圧導出手段と、該酸素分圧導出手段が導出した現在水深位置における呼吸気酸素分圧を表示する表示手段と

を有することを特徴とする。

【0009】本発明でも同様に、呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えたときに酸素酔いが起きるとの考えから、酸素分圧導出手段は、混合比設定手段での設定結果と水压計測手段の計測結果に基づいて、たとえば以下の演算式

$$\text{呼吸気酸素分圧} = (\text{現在的水圧} + \text{大気圧}) \times \text{呼吸気中の酸素の混合比}$$

から呼吸気酸素分圧を求め、それを表示手段が表示する。従って、ダイバーは呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値以下となるように、呼吸気中の酸素の混合比や潜水位置を選択し、対応した許容潜水時間内で潜水する限り、酸素酔いにかからない。

【0010】本発明では、前記酸素分圧導出手段の導出結果に基づいて、現在水深位置における呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えているか否かを判定する酸素分圧判定手段と、該酸素分圧判定手段の判定結果において現在水深位置における呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えている場合にはその旨を報知する報知手段とを有し、該報知手段によって、現状のままでは酸素酔いにかかるので呼吸気中の酸素の混合比や潜水位置を変えるように警告することが好ましい。

【0011】本発明では、現在の呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値に対して安全率を乗じた警告値を越えているか否かを判定するように酸素分圧判定手段を構成し、該酸素分圧判定手段の判定結果において現在水深位置における呼吸気酸素分圧が警告値を越えている場合には報知手段がその旨を報知するように構成することにより、ダイバーを酸素酔いからより確実に守ることが好ましい。

【0012】本発明において、さらに、時間経過を計測する計時手段と、該計時手段の計測結果および前記酸素分圧導出手段が導出した呼吸気酸素分圧から導かれる現在までの呼吸気酸素分圧の時間的变化に基づいてこれから潜水を継続可能な時間を導出する潜水可能時間導出手段とを有し、前記表示手段は、前記潜水可能時間導出手段が導出した潜水可能時間も表示するように構成されていることが好ましい。このように構成すると、呼吸気酸素分圧だけでなく、時間的要素も取り入れた上で酸素酔いを防ぐための情報をダイバーに知らせることができる。

【0013】本発明では、前記表示手段は、前記混合比設定手段での設定結果を表示するとともに、設定された酸素と不活性ガスの混合比が21:79であるときには、混合比などを表示するのではなく、呼吸気が空気である旨を直接的に表示して、そのことをダイバーにわかりやすく知らせることが好ましい。

【0014】本発明において、前記混合比設定手段は、予め設定された複数の混合比のうちから所定の混合比を選択するように構成されていることが好ましい。このようにすると、数値設定する方法からみれば操作が簡単で

ある。それ故、前記混合比設定手段では、ダイビング途中で呼吸気の混合比の設定を切り換えることが容易となる。このように構成する際には、前記混合比設定手段は、前記の選択される複数の混合比も外部より所定の値に変えることができるように構成しておくことが好ましい。

【0015】本発明において、さらに、酸素と不活性ガスの混合比が21:79よりも酸素の混合比を大きく設定した状態で潜水が終了したときには、呼吸気中の酸素の混合比をいずれの呼吸気の酸素の混合比よりも大きな値に自動的に設定しておく混合比強制設定手段を有していることが好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。長時間の潜水を行う際には、酸素の混合比が空気よりも大きくて窒素（不活性ガス）の混合比が空気よりも小さな呼吸気を用いるのが一般的であるため、本形態に係るダイバーズ用情報処理装置では、潜水中に用いる呼吸気の酸素と窒素の混合比をいずれに設定したかを入力すれば、それに応じて、ダイバーを酸素酔いから守るための有用な情報を報知することに特徴を有する。そこで、以下の説明では、まず、ダイバーズ用情報処理装置としての基本的な構成、動作を説明した後、上記の特徴点を説明する。なお、ナイトロックダイビング（酸素と窒素の混合比を変えた場合のダイビング）に関する理論的な文献としては、Dick Rutkowski 著の「Nitrox MANUAL」があり、それには、酸素が人体に及ぼす影響、酸素酔いなどについて記載されているとともに、呼吸気の酸素分圧に対する潜水許容時間も規定されている。

【0017】〔基本構成〕

（全体構成）図1（A）、（B）はそれぞれ、本形態のダイバーズ用情報処理装置の装置本体および腕バンドの一部を示す平面図、および6時の方から装置本体をみたときの側面図である。図2はそのブロック図である。

【0018】図1において、本形態のダイバーズ用情報処理装置1は、いわゆるダイブコンピュータとも称せられるものであり、潜水中に体内に蓄積される窒素量（体内窒素分圧）を計測し、この計測結果から、潜水後に陸上でとるべき休止時間などを表示するものである。このダイバーズ用情報処理装置1は、矩形的装置本体2に対して、腕時計における6時の側および12時の側に腕バンド3、4がそれぞれ連結され、これらの腕バンド3、4によって腕時計と同様、腕に装着して使用することができる。装置本体2は、上ケース21と下ケース22とが完全水密状態でビス止めなどの方法で固定され、その内部には各種の電子部品などが搭載された基板（図示せず。）が収納されている。

【0019】装置本体2の上面側には、液晶表示パネル11を用いた表示部10が構成され、それより腕時計に

おける6時の側には2つのプッシュボタンからなるスイッチA、Bが構成されている。このため、潜水中でもスイッチ操作が容易である。ここで、スイッチA、Bは、後述するとおり、ダイバーズ用情報処理装置1で行われる各モードを選択、切り換えするとともに、各種条件を設定するための操作部5である。装置本体2の上面側のうち、腕時計における9時の側には、潜水を開始したか否かを監視するための水分検知センサーを用いた入水監視スイッチ30が構成されている。この入水監視スイッチ30は、装置本体2の上面に露出している2つの電極31、32を備え、これらの電極31、32が海水などで導通し、電極31、32間の抵抗値が小さくなったときに入水したものと判断する。但し、この入水監視スイッチ30は、あくまで入水したことを検出して、後述するダイビングモードに移行するのに用いられるだけで、1回のダイビングを開始した旨を検出するものではない。すなわち、ダイバーズ用情報処理装置1を装着した腕が海水に浸かっただけのこともあり、このような場合にはダイビングを開始したものと扱うべきではないからである。それ故、本形態のダイバーズ用情報処理装置1では、装置本体2に内蔵の圧力センサ（図示せず。）によって水深（水圧）が一定以上、たとえば、本形態では水深が1.5mより深くなったときにダイビングを開始したものと見做し、かつ、この水深値よりも浅くなったときにダイビングが終了したものと見做す。

【0020】図2に示すように、本形態のダイバーズ用情報処理装置1は、各種の情報を表示して利用者に報知するための液晶表示パネル11、およびそれを駆動する液晶ドライバー12を備える表示部10（表示手段）と、各モードでの処理を行うとともに、各モードに応じた表示を液晶表示パネル11で行わせる制御部50とが構成されている。制御部50に対しては、スイッチA、B、および入水監視スイッチ30からの出力が入力されるようになっている。

【0021】ダイバーズ用情報処理装置1では、通常時刻の表示や潜水時間の計測を行うことから、制御部50に対しては、発振回路31からのクロック出力が分周回路32を介して入力され、時刻用カウンタ33によって1秒単位での計時が行われる計時手段68が構成されている。

【0022】また、ダイバーズ用情報処理装置1は、水深を計測、表示するとともに、水深（水圧）と潜水時間とから体内に蓄積される窒素ガスの量を計測していくことから、圧力センサ34（半導体圧力センサ）、この圧力センサ34の出力信号に対する増幅回路35、およびこの増幅回路35から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換して制御部50に出力するA/D変換回路36を備える水深計測手段61（水圧計測手段）が構成されている。さらに、ダイバーズ用情報処理装置1には報音装置37や振動発生装置38が構成され、警告など

をアラーム音や振動としてダイバーに知らせることが可能である。

【0023】本形態において、制御部50は、装置全体の制御を司るCPU51と、このCPU51の制御の下に液晶ドライバー12および時刻用カウンタ33を制御する制御回路52とが用いられ、ROM53に格納されているプログラムに基づいてCPU51が行う各処理によって後述する各モードが実現される。また、RAM54は潜水結果をログデータとして記録しておくメモリ、各種演算を行う際のワーキングメモリなどとして用いられる。

【0024】(表示部の説明)再び図1.(A)において、液晶表示パネル11の表示面には複数の表示領域が構成され、これら表示領域で行われる表示は基本的には以下のとおりである。まず、腕時計の12時の側に位置する第1の表示領域111は、各表示領域のうちで最も大きく構成され、そこには、後述するダイビングモード、サーフェスモード(時刻モード)、プランニングモード、ログモードのときにそれぞれ現在水深、現在月日、水深ランク、潜水月日(ログナンバー)が表示される。第1の表示領域111より3時の側に位置する第2の表示領域112には、ダイビングモード、サーフェスモード(時刻モード)、プランニングモード、ログモードのときにそれぞれ潜水時間、現在時刻、潜水可能時間、潜水開始時刻(潜水時間)が表示される。第1の表示領域111より6時の側に位置する第3の表示領域113には、ダイビングモード、サーフェスモード(時刻モード)、プランニングモード、ログモードのときにそれぞれ最大水深、体内窒素排出時間、セーフティレベル、最大水深(平均水深)が表示される。第3の表示領域113より3時の側に位置する第4の表示領域114には、ダイビングモード、サーフェスモード(時刻モード)、プランニングモード、ログモードのときにそれぞれ潜水可能時間、水面休止時間、潜水終了時刻(最大水深時水温)が表示される。第3の表示領域113より6時の側に位置する第5の表示領域115には、電源容量切れ警告104や高所ランク103が表示される。液晶表示パネル11の最も6時の側に位置する第6の表示領域116には、体内窒素量がグラフ表示される。第6の表示領域116より3時の側に位置する第7の表示領域117には、ダイビングモードで減圧潜水状態になったときに窒素(不活性ガス)が吸収傾向にあるのか、排出傾向にあるかを示す領域、浮上速度が速すぎる旨の浮上速度違反警告の1つとしての「SLOW」を表示する領域、および潜水中に減圧潜水に至った旨の警告としての「DECO」を表示する領域が構成されている。

【0025】さらに、本形態では、第3の表示領域113および第4の表示領域114に対して6時の側で隣接する領域には、第8の表示領域118および第9の表示

$$PIN_2(t) = 0.79 \times P$$

領域119が構成され、これらの表示領域では、後述するように、酸素の混合比をいずれの値に設定したかに基づいて、ダイバーを酸素酔いから守るための情報も表示される。

【0026】(ダイバーを減圧症から守るための構成)図3は、本形態のダイバーズ用情報処理装置1において体内窒素量(体内不活性ガス量)を計算し、その結果に基づいて体内窒素排出時間や無減圧潜水可能時間などの安全情報を導出するための機能ブロック図である。

【0027】図3に示すように、ダイバーズ用情報処理装置1には、呼吸氣に含まれる窒素が体内に吸収され、かつ、排出されていく様子をシュミレートして、体内窒素量(体内窒素分圧)を計算する体内窒素量導出手段60が構成されている。なお、以下に説明する体内窒素量の計算はあくまで一例であり、各種の方法を用いることができるが、ここではその一例を簡単に説明しておく。

【0028】体内窒素量導出手段60では、まず、体内窒素量を分圧として計算するために、図2に示した圧力センサー34、増幅回路35、A/D変換回路36を利用した水深計測手段61、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現される呼吸氣窒素分圧計算手段62、図2に示したRAM54を利用した呼吸氣窒素分圧記憶手段63、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現される体内窒素分圧計算手段64、図2に示したRAM54を利用した体内窒素分圧記憶手段65、図2に示した時刻用カウンタ33を利用した計時手段68、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現され、呼吸氣窒素分圧記憶手段63と体内窒素分圧記憶手段65に記憶されているデータ比較を行う比較手段66、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現される半飽和時間選択手段67が構成されている。

【0029】これらの構成要素のうち、呼吸氣窒素分圧計算手段62、体内窒素分圧計算手段64、比較手段66、半飽和時間選択手段67は、図2のCPU51、ROM53、およびRAM54にてソフトウェアとして実現可能であるが、ハードウェアである論理回路のみ、あるいは論理回路とCPUを含む処理回路とソフトウェアを組み合わせることで実現することも可能である。

【0030】この構成例では、水深計測手段61は、時間 t に対応する水深 $P(t)$ を計測して出力する。

【0031】呼吸氣窒素分圧計算手段62は、水深計測手段61から出力された水深 $P(t)$ に基づいて、呼吸氣窒素分圧 $PIN_2(t)$ を計算し、出力する。呼吸氣が空気であり、酸素混合比が21%で、窒素混合比が79%であれば、呼吸氣窒素分圧 $PIN_2(t)$ は潜水中の水深 $P(t)$ より次式

$$[bar]$$

により計算で求めることができる。

【0032】呼吸気窒素分圧記憶手段63は、呼吸気窒素分圧計算手段62において上式のように計算された $PIN_2(t)$ の値を記憶する。

【0033】体内窒素分圧計算手段64は、窒素の吸収／排出の速度が異なるコンパートメント毎に体内窒素分圧 $PGT(t)$ を計算する。1つのコンパートメントを例にとると、潜水時刻 $t=t_0$ から t_E までに吸収／排出する体内窒素分圧 $PGT(t_E)$ は、 t_0 時の体内窒素分圧 $PGT(t_0)$ と潜水時間 t_E と、半飽和時間 T_H より計算される。

$$PGT(t_E) = PGT(t_0) + \{PIN_2(t_0) - PGT(t_0)\} \times \{1 - \exp(-k(t_E - t_0)/T_H)\}$$

【0037】ここで、 k は実験的に求められる定数である。

【0038】次に、比較手段66により、呼吸気窒素分圧記憶手段63の結果である $PIN_2(t)$ と体内窒素分圧手段5の結果である $PGT(t)$ を比較し、その結果、半飽和時間選択手段67によって、体内窒素分圧計算手段64で用いられる半飽和時間 T_H を可変とする。

【0039】たとえば、 $t=t_0$ 時の呼吸気窒素分圧 $PIN_2(t_0)$ 、体内窒素分圧 $PGT(t_0)$ が、それ

$$PGT(t_0) > PIN_2(t_0) \text{ のとき} \\ PGT(t_E) = PGT(t_0) + \{PIN_2(t_0) - PGT(t_0)\} \times \{1 - \exp(-k(t_E - t_0)/T_{H1})\}$$

【0042】

【数3】

$$PGT(t_0) < PIN_2(t_0) \text{ のとき、} \\ PGT(t_E) = PGT(t_0) + \{PIN_2(t_0) - PGT(t_0)\} \times \{1 - \exp(-k(t_E - t_0)/T_{H2})\}$$

【0043】上記2式では、 k は定数、 $T_{H2} < T_{H1}$ と計算される。

【0044】なお、 $PGT(t_0) = PIN_2(t_0)$ のときは、半飽和時間 $T_H = (T_{H2} + T_{H1})/2$ として計算するのが好ましい。また、これらの時間(t_0 や t_E についての計測)は、図3の計時手段68によって管理される。

【0045】ここで、 $PGT(t_0) > PIN_2(t_0)$ のときは、体内から窒素が排出される場合であり、 $PGT(t_0) < PIN_2(t_0)$ のときは、体内へ窒素が吸収される場合である。これらの時に半飽和時間を可変するということは、窒素が排出される場合は、半飽和時間が長く、排出に時間がかかることを意味

【0034】ここでいう半飽和時間 T_H とは、図4に示すように、体内窒素分圧 $PGT(t_E)$ が t_0 時の体内窒素分圧 $PGT(t_0)$ からこの水深下での呼吸気窒素分圧 $PIIG$ に到達する過程で体内窒素分圧 $PGT(t_0)$ と呼吸気窒素分圧 $PIIG$ との中間圧力に到達するまでの時間(ハーフタイム)に相当する。

【0035】そして、その結果は、図3に示すように、 $PGT(t_E)$ として体内窒素分圧記憶手段65に記憶される。そのための計算式は、下式のとおりである。

【0036】

【数1】

ぞれ呼吸気窒素分圧記憶手段63と体内窒素分圧記憶手段65に記憶されているとすると、比較手段66はこの $PIN_2(t_0)$ と $PGT(t_0)$ を比較する。

【0040】そして、体内窒素分圧計算手段64は、半飽和時間選択手段67により、次のように制御され、 $t=t_E$ の時の体内窒素分圧 $PGT(t_E)$ が計算される。

【0041】

【数2】

し、逆に窒素が吸収される場合は半飽和時間が短く、吸収にかかる時間は排出にかかる時間と比較すると短いことになる。

【0046】このようにすれば、体内窒素量のシュミレーションをより厳密に行うことができる。従って、体内窒素分圧の許容値を設定しておけば、ある水深(水圧)でこの許容値に到達するまでの時間(潜水可能時間302)、および水面上で体内窒素分圧が平衡値にまで低下するまでの時間(体内窒素排出時間201)を精度よく求めることができる。このようにして本形態のダイバーズ用情報処理装置1には、減圧潜水可能時間302および体内窒素排出時間201をダイバーの安全情報として導出する潜水可能時間導出手段92および体内窒素排出

時間導出手段91が構成されている。ここで、潜水可能時間導出手段92、および体内窒素排出時間導出手段91は、いずれも、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現される。

【0047】なお、呼吸気窒素分圧計算手段62は、水

$$P_{IN_2}(t) = 0.68 \times P$$

酸素混合比が36%で、窒素混合比が64%のとき、

$$P_{IN_2}(t) = 0.64 \times P$$

から呼吸気窒素分圧 $P_{IN_2}(t)$ を求める。

【0048】(各モードの説明)このように構成したダイバーズ用情報処理装置1は、図5を参照して以下に説明する各モード(時刻モードST1、サーフェスモードST2、プランニングモードST3、設定モードST4、ダイビングモードST5、ログモードST6)での使用が可能である。なお、本形態におけるダイビングモードST5の特徴的な動作および表示は後述するとし、図5には液晶表示パネル11の各表示領域のうち、第8の表示領域118および第9の表示領域119での表示は省略してある。

【0049】(時刻モードST1)時刻モードST1は、スイッチ操作を行わず、かつ、体内窒素が平衡状態時、陸上で携帯するときの機能であり、液晶表示パネル11には現在月日100、現在時刻101、高度ランク102(図1を参照。/高度ランクがランク0の場合にはマークが表示されない。)が表示される。高度ランク102は、現在の場所の高度を自動的に計測し、3つのランクで表示するようになっている。現在時刻101はコロンが点滅することによって、この表示が現在時刻101である旨を知らせる。たとえば、図5に示す状態では、現在12月5日の10時06分であると表示されている。

【0050】この時刻モードST1では、スイッチAを押すとプランニングモードST3に直接、移行し、スイッチBを押すとログモードST6に直接、移行する。また、スイッチAを押した後、スイッチAを押したままスイッチBを5秒間押し続けると、設定モードST4に移行する。

【0051】この時刻モードST1、および以下に説明するサーフェスモードST2、プランニングモードST3、設定モードST4、ログモードST6のいずれのモードにおいても、図1、図2に示した入水監視スイッチ30を介して入水したことを検出したときには自動的に機能チェックを行い、センサなどが正常であることが確認できれば、ダイビングモードST5に自動的に移行する。このときセンサなどに異常があったときには、その旨を図2に示した報音装置37からアラーム音などで報知する。

【0052】(サーフェスモードST2)ダイバーズ用情報処理装置1は、ダイビングの終了後、導通していた入水監視スイッチ30が絶縁状態になると自動的にサー

深計測手段61から出力された水深 $P(t)$ に基づいて呼吸気窒素分圧 $P_{IN_2}(t)$ を計算する際に、後述するように、酸素と窒素の混合比が空気と異なる呼吸気を用いる場合には、以下の式酸素混合比が32%で、窒素混合比が68%のとき、

$$[bar]$$

$$[bar]$$

フェスモードST2に移行する。このサーフェスモードST2は、前回のダイビングから48時間経過するまで、陸上で携帯するときの機能である。このサーフェスモードST2では、時刻モードST1で表示するデータ(現在月日100、現在時刻101、高度ランク)の他に、ダイビング終了後の体内窒素量の変化の目安などを表示する。すなわち、体内に溶け込んだ過剰な窒素が排出され、平衡状態になるまでの時間が体内窒素排出時間201として表示される。この体内窒素排出時間201は、平衡状態になるまでの時間をカウントダウンする。体内窒素排出時間201が0時間00分になった以降は、無表示となる。また、潜水後の経過時間が水面休止時間202として表示され、この水面休止時間202は、ダイビングモードST5において水深が1.5mよりも浅くなった時点ダイビングの終了として計時が開始され、48時間まで計測した後、無表示となる。従って、ダイバーズ用情報処理装置1において、ダイビング終了後、48時間が経過するまでは陸上においてこのサーフェスモードST2となり、それ以降は時刻モードST1である。なお、図5に示す状態では、現在、12月5日の11時58分であり、ダイビング終了後、1時間13分経過している则表示されている。また、これまで行ったダイビングにより体内に溶け込んだ窒素量が体内窒素グラフ203の4個分に相当することが表示され、この状態から体内の過剰な窒素が排出されて平衡状態になるまでの時間(体内窒素排出時間201)が、たとえば10時間55分であると表示されている。

【0053】このサーフェスモードST2では、スイッチAを押すとプランニングモードST3に直接、移行し、スイッチBを押すとログモードST6に直接、移行する。また、スイッチAを押した後、スイッチAを押したままスイッチBを5秒間押し続けると、設定モードST4に移行する。

【0054】(設定モードST4)設定モードST4は、月日100、現在時刻101の設定の他に、警告アラームのON/OFF設定、セーフティレベルの設定をも行うための機能である。この設定モードST4では、現在月日100、年106、現在時刻101、セーフティレベル(図示せず。)、アラームのON/OFF(図示せず。)、高度ランクが表示され、これらの項目のうち、セーフティレベルは、通常の減圧計算を行うレベルと、ダイビング後に1ランク高い高度ランクの場所へ移

動することを前提とした減圧計算を行うレベルの2つのレベルに設定できる。アラームのON/OFFは、報音装置37から各種警告のアラームを鳴らすか否かを設定するための設定であり、アラームをOFFに設定しておけば、アラームが鳴らない。

【0055】この設定モードST4では、スイッチAを押す度に設定項目が時、秒、分、年、月、日、セーフティレベル、アラームON/OFFの順に切り換わり、それに相当する部分の表示が点滅する。このとき、スイッチBを押すと設定項目の数値または文字が変わり、押し続けると数値や文字が早く変わる。アラームのON/OFFが点滅しているときにスイッチAを押すと、サーフェスモードST2または時刻モードST1に戻る。また、スイッチA、Bのいずれもが1分～2分間押されなければ、サーフェスモードST2または時刻モードST1に自動的に戻る。

【0056】(プランニングモードST3)プランニングモードST3とは、次に行うダイビングの最大水深と潜水時間の目安を入力するためのモードである。このモードでは、水深ランク301、潜水可能時間302、セーフティレベル、高度ランク、水面休止時間202、体内窒素グラフ203が表示される。水深ランク301のランクは、低ランクから高ランクへと順次、表示が変わっていくとともに、各水深ランク301での潜水可能時間302が表示される。たとえば、水深ランク301は、9m、12m、15m、18m、21m、24m、27m、30m、33m、36m、39m、42m、45m、48mの順に5秒毎に切り換わる。このとき、時刻モードST1からプランニングモードST3に移行したのであれば、過去の潜水によって体内に過剰な窒素蓄積がない初回潜水の計画であるため、体内窒素グラフ203が0であり、水深が15mのときに潜水可能時間302が66分と表示される。それ故、水深12m以上、15m以下のところで66分未満まで無減圧潜水が可能であることがわかる。これに対して、サーフェスモードST2からプランニングモードST3に移行したのであれば、過去の潜水によって体内に過剰の窒素蓄積がある反復潜水の計画であるため、体内窒素グラフ203が4つ分であり、最大水深が15mのときであれば、潜水可能時間302は49分と表示される。それ故、水深12m以上、15m以下のところで49分未満まで無減圧潜水が可能であることがわかる。ここで、潜水可能時間302は、呼吸気の窒素分圧が変われば異なる値となる。しかるに、本形態では、後述するように呼吸の窒素混合比(酸素混合比)がナイトロックスダイビング用に外部により設定変更されることがあるので、常に設定された呼吸気の窒素混合比が潜水可能時間302の導出に反映されるように構成されている。

【0057】このプランニングモードST3では、水深ランク301が48mと表示されるまでの間にスイッチ

Aを2秒以上押し続けると、サーフェスモードST2に直接、移行する。また、水深ランク301が48mと表示された後には時刻モードST1またはサーフェスモードST2に自動的に移行する。さらに、所定の期間、スイッチ操作がないときにはサーフェスモードST2または時刻モードST1に自動的に移行するので、その都度、スイッチ操作を行う必要がない分、便利である。これに対して、スイッチBを押すとログモードST6に直接、移行する。

【0058】(ダイビングモードST5)ダイビングモードST5とは、潜水時のモードであり、無減圧潜水モードST51では、現在水深501、潜水時間502、最大水深503、潜水可能時間302、体内窒素グラフ203、高度ランクなど、ダイビングに必要な情報が表示される機能である。

【0059】たとえば、図5に示す状態では、ダイビングを開始してから12分経過し、水深が16.8mのところにおいて、図1(A)に示した液晶表示パネル11の第4の表示領域114には、この水深ではあと42分間無減圧潜水を続けることができる旨が表示されている。また、現在までの最大水深は20.0mである旨が表示され、さらに、図1(A)に示した液晶表示パネル11の第6の表示領域116では、現在の体内窒素量は体内窒素グラフ203のマークが4つ点灯しているレベルである旨が表示される。

【0060】このダイビングモードST5では、急激な浮上は減圧症の原因となることから、6秒毎に現在の浮上速度を求めるとともに、この浮上速度と現在水深に対応する浮上速度許容値とを比較し、今回求めた浮上速度が浮上速度許容値よりも速い場合には、報音装置37から4kHzの周波数でアラーム音(浮上速度違反警告)を3秒間発するとともに、浮上速度を落とすように、図1(A)に示した液晶表示パネル11の第7の表示領域117において「SLOW」との表示と、現在水深の表示とを1Hz周期で交互に点滅させ、浮上速度違反警告を行う。また、振動発生装置38から浮上速度違反である旨を振動でダイバーに警告する。そして、浮上速度が正常なレベルにまで低下したときには前記の浮上速度違反警告を停止する。

【0061】なお、ダイビングモードST5では、スイッチAを押すと、それが押し続けられている間だけ、現在時刻表示モードST52として、現在時刻101と現在水温504が表示される。図5に示す状態では、現在、時刻が10時18分であり、水温が23℃であると表示されている。このように、ダイビングモードST5においてその旨のスイッチ操作があったときには所定の期間だけ現在時刻101や現在水温の表示を行うため、小さな表示面内で常時はダイビングに必要なデータだけを表示するように構成したとしても(無減圧潜水モードST51)、現在時刻101などを必要に応じて表示で

きるので（現在時刻表示モードST52）、便利である。しかも、このようにダイビングモードST5においても、表示の切り換えにスイッチ操作を用いたので、ダイバーが知りたい情報を適正なタイミングで表示できる。

【0062】このダイビングモードST5の間に、水深が1.5mより浅いところにまで浮上したときには、ダイビングが終了したものとして処理され、導通していた入水監視スイッチ30が絶縁状態になった時点でサーフェスモードST2に自動的に移行する。この間、水深が1.5m以深になったときから1.5m以浅になったときまでを1回の潜水動作としてこの間の潜水結果（ダイビングの日付、潜水時間、最大水深などの様々なデータ）をRAM54に記憶、保持しておく。併せて、今回のダイビング中に前記の浮上速度違反警告が連続して2回以上あったときには、その旨も潜水結果として記録する。

【0063】本形態のダイバーズ用情報処理装置1は、あくまで無減圧潜水を前提に構成されているものであるが、万が一、減圧潜水の状態になったときには、その旨のアラーム音でダイバーに報知するとともに、以下の減圧潜水表示モードST53に切り換わる。すなわち、減圧潜水表示モードST53では、現在水深501、潜水時間502、体内窒素グラフ203、高度ランク、減圧停止深度505、減圧停止時間506、総浮上時間507が表示される。図5に示す状態では、潜水開始から24分経過し、水深が29.5mのところにいる旨が表示されている。また、体内窒素量が最大許容値を越え、危険であるため、安全な浮上速度を守りながら、水深3mのところまで浮上し、そこで1分間の減圧停止をするようにとの指示が表示される。また、安全な浮上速度として水面までには最低でも5分かけるようにとの指示が表示される。さらに、現在、体内窒素量が増大傾向にある旨が上向きの矢印508で表示される。そこで、ダイバーは、上記の表示内容に基づいて減圧停止した後、浮上するが、この減圧を行っている間、体内窒素量が減少傾向にある旨が下向きの矢印509で表示される。

【0064】（ログモードST6）時刻モードST1またはサーフェスモードST2においてスイッチBを押すと、ログモードST6に直接、移行する。ログモードST6は、3分以上、ダイビングモードST5に入った状態で水深1.5mよりも深く潜水したときの各種データを記憶、表示する機能である。このようなダイビングのデータは、ログデータとして潜水毎に順次記憶され、最大10本のログデータが記憶、保持され、それ以上潜水した場合には古いデータから順に削除され、常に最新の10本分のダイビングが記憶される。

【0065】このログモードST6において、ログデータは4秒毎に切り換わる2つの画面で表示される。第1の画面ST61では、潜水月日601、平均水深50

9、潜水開始時刻603、潜水終了時刻604、高度ランク、潜水を終了したときの体内窒素グラフ203が表示される。第2の画面ST62では、その日での潜水ナンバーであるログナンバー605、最大水深608、潜水時間606、最大水深時の水温607、高度ランク、潜水を終了したときの体内窒素グラフ203が表示される。たとえば、図5に示す状態では、高度ランクが0のところ、12月5日の2本目のダイビングは潜水が10時07分に開始された以降、10時45分で終了し、38分間の潜水であった旨が表示されている。このときのダイビングでは、平均水深が14.6m、最大水深が26.0m、最大水深時の水温が23℃であり、ダイビング終了後、体内窒素グラフ203が4つ分の窒素が体内に溶け込んだ旨を表示している。このように、ログモードST6では2画面を自動的に切り換えながら各種の情報を表示するので、表示面が小さくても表示できる情報量が多い。

【0066】また、ログモードST6では、今回表示しているダイビング中に前記の速度違反警告が2回以上あったときには、その旨を、たとえば液晶表示パネル11の第7の表示領域117において「SLOW」と表示する。

【0067】このログモードST6ではスイッチBを押す度に、新しいデータから古いデータに切り換わり、最も古いデータが表示された後は、時刻モードST1またはサーフェスモードST2に移行する。その途中にスイッチBを2秒以上押し続けた場合も時刻モードST1またはサーフェスモードST2に移行する。さらに、スイッチA、Bのいずれもが1分～2分間押されない場合、サーフェスモードST2または時刻モードST1に自動的に戻るので、その都度、スイッチ操作を行う必要がない分、便利である。これに対して、スイッチAを押すと、プランニングモードST3に直接、移行する。このように、本形態では、プランニングモードST3、サーフェスモードST2と、ログモードST6のうち、いずれのモード間でも1回のスイッチ操作で相互の直接移行が可能である。

【0068】〔ダイバーを酸素酔いから守るための構成〕このように構成した本形態のダイバーズ用情報処理装置1では、ダイビング中のダイバーを酸素酔いから守ることを目的に、以下のように構成されている。

【0069】まず、ダイバーは、酸素と窒素の混合比が21:79の圧縮空気からなる呼吸気MX1、酸素と窒素の混合比が32:68の圧縮空気からなる呼吸気MX2、および酸素と窒素の混合比が36:64の圧縮空気からなる呼吸気MX3がそれぞれ充填されたボンベを背負ってスキューバダイビングを行い、潜水中にいずれの呼吸気を使用するか選択する。

【0070】従って、本形態のダイバーズ用情報処理装置1では、図3に示すように、いずれの呼吸気が選択さ

れたかをダイバーズ用情報処理装置1に外部より所定の値に設定するための混合比設定手段94が構成され、ここでの設定結果に基づいて、現在使用中の呼吸気に対応する情報（ダイバーを酸素酔いから守るための情報）を導出し、それをダイバーに報知するようになっている。

【0071】ここで、ダイビングの開始時には空気からなる呼吸気MX1が使用され、かつ、この呼吸気MX1が最も一般的に使用されることから、混合比設定手段94では空気からなる呼吸気MX1を使用すると初期設定されている。但し、混合比設定手段94は、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54、スイッチA、Bを備える操作部5の機能として実現され、図3に示すように、空気からなる呼吸気MX1がROM53において初期設定されている状態から、ダイビングモードST5（潜水中）においてスイッチBを押すと、その度に設定内容が呼吸気MX1、MX2、MX3の間でサイクリックに切り換わり、最終的にいずれの呼吸気も選択されたかはRAM54に記憶される。それ故、呼吸気の設定を変更した以降は、新たに設定された呼吸気に対応する情報が導出され、表示されることになる。

【0072】また、このような条件設定は、潜水を開始する前であれば、図5を参照して説明した設定モードST4で行う。すなわち、呼吸気MX1と初期設定されている状態からその設定を呼吸気MX2、または呼吸気MX3に変えたい場合には、設定モードST4において設定項目を呼吸気の設定とし、この状態で、スイッチBを押すと、その度に呼吸気MX2、MX3、MX1とこの順次切り換わる。このときも、ROM53に初期設定されていた呼吸気MX1に代えて、新たにRAM54に設定された呼吸気に対応する情報が導出され、表示されることになる。それ故、図5に示したプランニングモードST3でも、外部より設定された呼吸気の酸素分圧を反映した潜水可能時間302の表示が可能である。

【0073】いずれの呼吸気も選択されたかは、図6に示すように、表示部10において液晶表示パネル11の第8の表示領域118の左側領域にその酸素混合比905が表示される。図6に示す状態では、呼吸気MX3が設定されているとして、酸素混合比36%と表示されている。但し、呼吸気MX1が選択されたときには、その酸素混合比905に代えて、表示桁数に余裕があれば、「AIR」などと表示し、空気を選択したことをダイバーが容易にわかるように表示してもよい。

【0074】再び図3において、本形態に係るダイバーズ用情報処理装置1では、水深計測手段61が計測した現在水深値（水圧値）と、混合比設定手段94で呼吸気MX1、MX2、MX3のいずれの呼吸気も選択、設定されたかに基づいて、現在水深位置における呼吸気酸素分圧906を導出する酸素分圧導出手段95が構成されている。この酸素分圧導出手段95が導出した現在水深位置における呼吸気酸素分圧906は、図6に示すよう

に、表示部10において液晶表示パネル11の第8の表示領域118の右側領域に表示される。すなわち、呼吸気酸素分圧906が許容酸素分圧値を越えたときに酸素酔いが起きるとの考えから、本形態では、酸素分圧導出手段95は、混合比設定手段94での設定結果と水深計測手段61の計測結果（水圧値）に基づいて以下の演算式呼吸気酸素分圧＝（現在の水圧＋大気圧）×呼吸気中の酸素の混合比から呼吸気酸素分圧906を求め、その値は液晶表示パネル11に表示される。図6に示す状態では、呼吸気MX3が選択されてその酸素混合比が36%で、現在水深が16mであるからそれに相当する水圧値が1.6barで、かつ、大気圧を1.0barと見做して、それらの値から求めた呼吸気酸素分圧906は0.9barであると表示されている。ここで、呼吸気酸素分圧906の許容値は、酸素酔いを防ぐという観点から一般に1.6barとされている。従って、ダイバーは、呼吸気酸素分圧906が許容値（1.6bar）以下となるように呼吸気中の酸素の混合比や潜水位置を選択し、適正なダイビングを行えば自分自身を酸素酔いから守ることができる。なお、酸素分圧導出手段95は、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現できる。

【0075】また、本形態に係るダイバーズ用情報処理装置1では、酸素分圧導出手段95の導出結果に基づいて現在の呼吸気酸素分圧906が許容酸素分圧値（1.6bar）を越えているか否かを判定する酸素分圧判定手段96が構成され、この酸素分圧判定手段96の判定結果において現在水深位置における呼吸気酸素分圧906が許容酸素分圧値を越えている場合にはその旨を報音装置37や振動発生装置38からアラーム音や振動としてダイバーに報知するとともに、液晶表示パネル11上で呼吸気酸素分圧906の表示を点滅させる。このようにして、呼吸気酸素分圧906が許容酸素分圧値を越えていることをダイバーに報知する報知手段が実現されている。この酸素分圧判定手段96も、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現できる。

【0076】本形態のダイバーズ用情報装置1において、混合比設定手段94での設定結果に基づいて、設定した混合比の呼吸気で潜水可能な許容水深値907を導出する許容水深値導出手段93も構成されている。この許容水深値導出手段93も、図2に示したCPU51、ROM53、RAM54の機能として実現できる。

【0077】本形態では、呼吸気の酸素混合比から許容水深値907を導出するにあたっては、呼吸気酸素分圧906が許容酸素分圧値を越えたときに酸素酔いが起きると考えられることから、許容水深値導出手段93は、混合比設定手段94を介していずれの呼吸気MX1、MX2、MX3が選択されたかに基づいて、選択された呼吸気の酸素混合比からどの水深位置まで潜水したときに

呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えるかを算出する。たとえば、許容水深値導出手段93は、以下の演算式

許容水深値 = (許容酸素分圧値 / 呼吸気中の酸素の混合比) - 大気圧の水深換算値

但し、呼吸気酸素分圧許容値 = 1.6 bar

から許容水深値907を求め、その値は表示部10において液晶表示パネル11の第9の表示領域119に表示される。たとえば、図6に示す状態では、呼吸気MX3が選択されてその酸素混合比が36%で、呼吸気酸素分圧許容値が1.6 barであるから、水深34m(許容水深値907)のところまで潜水しても酸素酔いにかからない旨が表示されている。

【0078】さらにまた、本形態のダイバーズ用情報装置1において、潜水可能時間導出手段92は、前記したように、現在の体内窒素量からみてこの後、ある水深値

でどれ位の時間、潜水可能か(潜水可能時間302)の演算を行うとともに、計時手段68の計測結果および酸素分圧導出手段95が導出した呼吸気酸素分圧906から導かれる現在までの呼吸気酸素分圧の時間的变化に基づいてもこれから潜水を継続可能な時間(潜水可能時間302)を導出するように構成されている。ここで、異なる観点から求めた2つの潜水可能時間302を液晶表示パネル11で表示してもよいが、本形態では、より安全性を高めることを目的に2つの潜水可能時間302のうち、短い方の値を表示するようになっている。本形態において、呼吸気酸素分圧906に基づいて潜水可能時間302を求める際には、前記したDick Rutkowski著の「Nitrox MANUAL」を参考にして、表1に示す値を利用する。

【0079】

【表1】

| 呼吸気酸素分圧 p_{O_2} | 潜水可能時間の指標 T_p |
|-------------------|-----------------------------|
| 1.6 bar | $T_{1.6} = 45 \text{ min}$ |
| 1.5 bar | $T_{1.5} = 120 \text{ min}$ |
| . | . |
| 0.5 bar | $T_{0.5} = \text{無限}$ |

【0080】この表1に示す潜水可能時間の指標 T_p は、あくまで酸素酔いにならずに潜水できる最大時間を意味し、たとえば呼吸気酸素分圧906が最初から最後まで1.6 barであれば45分間潜水でき、呼吸気酸素分圧906が最初から最後まで1.5 barであれば120分間潜水でき、呼吸気酸素分圧906が最初から最後まで0.5 barであれば無限に潜水できることを表す。従って、今回のダイビングにおいて、これまで呼吸気酸素分圧1.6 bar、1.5 bar、...での潜水時間 t_p がそれぞれ $t_{1.6}$ 分間、 $t_{1.5}$ 分間、

$$\begin{aligned} \text{潜水可能時間} &= T_{p_{O_2}} \times [1 - (t_{1.6} / T_{1.6} + t_{1.5} / T_{1.5} + \dots)] \\ &= T_{p_{O_2}} \times [1 - \Sigma (t_p / T_p)] \end{aligned}$$

より潜水可能時間302を導出し、その値は表示部10の液晶表示パネル11の第4の表示領域114で表示される。この値は液晶表示パネル11の第4の表示領域114において時間経過とともにカウントダウンしてい

くとすれば、

$$(t_{1.6} / T_{1.6} + t_{1.5} / T_{1.5} + \dots) = \Sigma (t_p / T_p)$$

で求められる値が酸素酔いへの進行度合いと見做し、その値が1となったときに酸素酔いになると扱う。従って、酸素分圧導出手段95は、今現在の呼吸気および水深位置で、すなわち今現在の呼吸気酸素分圧 P_{O_2} (酸素混合比×水圧値)であと何分間潜水可能かは、そのときの潜水可能時間の指標 $T_{p_{O_2}}$ を用いて、以下の式

く。なお、潜水可能時間302はグラフにより表示してもよい。たとえば、図6に示す状態では、酸素混合比が36%で、水深が16mのところ、すなわち、呼吸気酸素分圧906が0.9 barの条件のままではあと42

分間（潜水可能時間 3 0 2）潜水しても酸素酔いにかからない旨が表示されている。従って、ダイバーは、選択した呼吸気の酸素混合比 9 0 5 および今回のダイビングでの潜水履歴に基づいて導出された潜水可能時間 3 0 2 を遵守すれば酸素酔いにかからないといえる。

【0081】このようにしてダイビングを終えたとき、呼吸気 M X 1 を空気として選択した状態で終えたのであれば、呼吸気 M X 1 が選択された状態のままである。従って、呼吸気 M X 1 を用いてダイビングを再度行う場合には改めて設定を変える必要がない。

【0082】これに対して、酸素の混合比の大きな呼吸気 M X 2、または呼吸気 M X 3 を選択した状態で終えたときに潜水を再開したときの安全性を確保するために、ダイバーズ用情報処理装置 1 には、呼吸気中の酸素の混合比および窒素の混合比をそれぞれ 9 9 %、7 9 % といずれの呼吸気の混合圧よりも大きな値に自動的に設定しておく混合比強制設定手段 9 7 が構成されている。このように呼吸気中の酸素の混合比を大きな値に設定しておけば、再度潜水を行う際に正しい条件に設定し忘れたときに誤って発せられる情報は、呼吸気酸素分圧 9 0 6 が許容値以下でも大きすぎると発せられるだけで、ダイバーの安全を確保するという観点からすれば問題がない。なお、ダイビング中に設定の誤りに気づいたときには、スイッチ B を押せば呼吸気 M X 1 が選択された状態に切り換わるので、ダイビング中でも正しい条件に設定し直すことができる。

【0083】このように、本形態のダイバーズ用情報処理装置 1 は、ダイビング中にダイバーが呼吸気 M X 1、M X 2、M X 3 を切り換えた際には、混合比設定手段 9 4 においてその設定を変えるだけで、ダイビングモード S T 5 の間、選択した呼吸気で酸素酔いを起こすなく潜水できるか否か、あるいは呼吸気を変えた以降、この呼吸気でどの水深位置まで潜水できるかをダイバーに報知するように構成してあるので、ダイバーを酸素酔いから守ることができる。

【0084】〔その他の実施の形態〕上記形態では、現在水深位置における呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値を越えたときにその旨を報知するように構成したが、より安全性を高めることを目的に、図 3 に示すように、現在の呼吸気酸素分圧が許容酸素分圧値に対して安全率を乗じた警告値、たとえば許容酸素分圧値に対して 0. 9 を乗じた値を越えているか否かを判定するように酸素分圧判定手段 9 6 を構成し、この酸素分圧判定手段 9 6 の判定結果において現在水深位置における呼吸気酸素分圧が警告値を越えている場合には放音装置 3 7 や振動発生装置 3 8 がその旨の警告を発するように構成してもよい。

【0085】また、前記の形態では、酸素と窒素の混合比を外部より所定の値に設定するにあたって、呼吸気 M X 1、2、3 についてそれぞれ 2 1 : 7 9、3 2 : 6 8、3 6 : 6 4 と設定されているものから所定の値を選

択する構成であったが、これらの選択される値自身を、たとえば、呼吸気 M X 1、2、3 についてそれぞれ 3 0 : 7 0、4 0 : 6 0、5 0 : 5 0 と混合比設定手段 9 4 によって外部から任意の値に変更できるように構成してもよい。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るダイバーズ用情報処理装置では、外部より所定の値に設定した混合比の呼吸気で潜水可能な水深値（許容水深値）を導出し、それを表示することを特徴とする。従って、ダイバーはその表示をみて許容水深値以浅のところで潜水する限り、ダイバー酸素酔いにかからない。また、外部より所定の値に設定した混合比の呼吸気と現在水深値から呼吸気酸素分圧を導出し、それを表示した場合には、ダイバーは呼吸気酸素分圧が許容値以下となるように、呼吸気中の酸素の混合比や潜水位置を選択する限り、酸素酔いにかからない。それ故、本発明のダイバーズ用情報処理装置によれば、ダイバーを酸素酔いから守ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】（A）は、本発明を適用したダイバーズ用情報処理装置の装置本体および腕バンドの一部を示す平面図、（B）は、その装置本体を腕時計の 6 時の方からみたときの側面図である。

【図 2】本発明を適用したダイバーズ用情報処理装置全体のブロック図である。

【図 3】本発明を適用したダイバーズ用情報処理装置に構成した各種安全情報を導出し、報知するための構成を示す機能ブロック図である。

【図 4】本発明を適用したダイバーズ用情報処理装置において、体内窒素量や体内窒素排出時間を導出する際に用いる半飽和時間の意味を示す説明図である。

【図 5】本発明を適用したダイバーズ用情報処理装置が有する各機能を示すフローチャートである。

【図 6】本発明を適用したダイバーズ用情報処理装置において、ダイバーを酸素酔いから守るために表示される情報を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 . . . ダイバーズ用情報処理装置
- 5 . . . 操作部
- 1 0 . . . 表示部（表示手段）
- 1 1 . . . 液晶表示パネル
- 3 4 . . . 圧力センサ
- 3 7 . . . 報音装置
- 3 8 . . . 振動発生装置
- 5 0 . . . 制御部
- 5 1 . . . CPU
- 5 3 . . . ROM
- 5 4 . . . RAM
- 6 0 . . . 体内窒素量導出手段

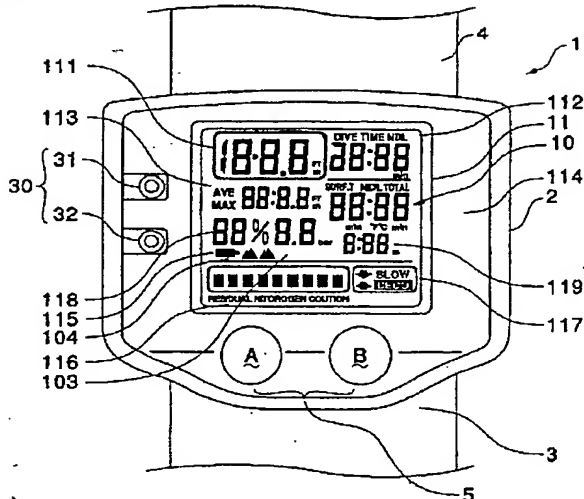
- 61・・・水深計測手段(水压計測手段)
- 62・・・呼吸気窒素分圧計算手段
- 63・・・呼吸気窒素分圧記憶手段
- 64・・・体内窒素分圧計算手段
- 65・・・体内窒素分圧記憶手段
- 67・・・半飽和時間選択手段
- 68・・・計時手段
- 91・・・体内窒素排出時間導出手段
- 92・・・潜水可能時間導出手段
- 93・・・許容水深値導出手段
- 94・・・混合比設定手段

- 95・・・酸素分圧導出手段
- 96・・・酸素分圧判定手段
- 97・・・混合比強制設定手段
- A、B・・・スイッチ
- ST1・・・時刻モード
- ST2・・・サーフェスモード
- ST3・・・プランニングモード
- ST4・・・設定モード
- ST5・・・ダイビングモード
- ST6・・・ログモード

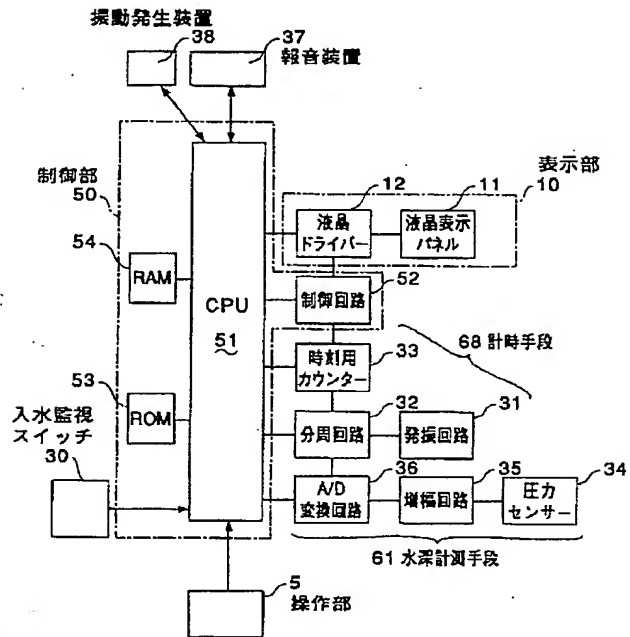
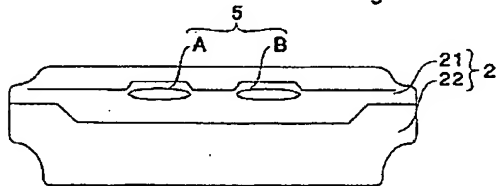
【図1】

【図2】

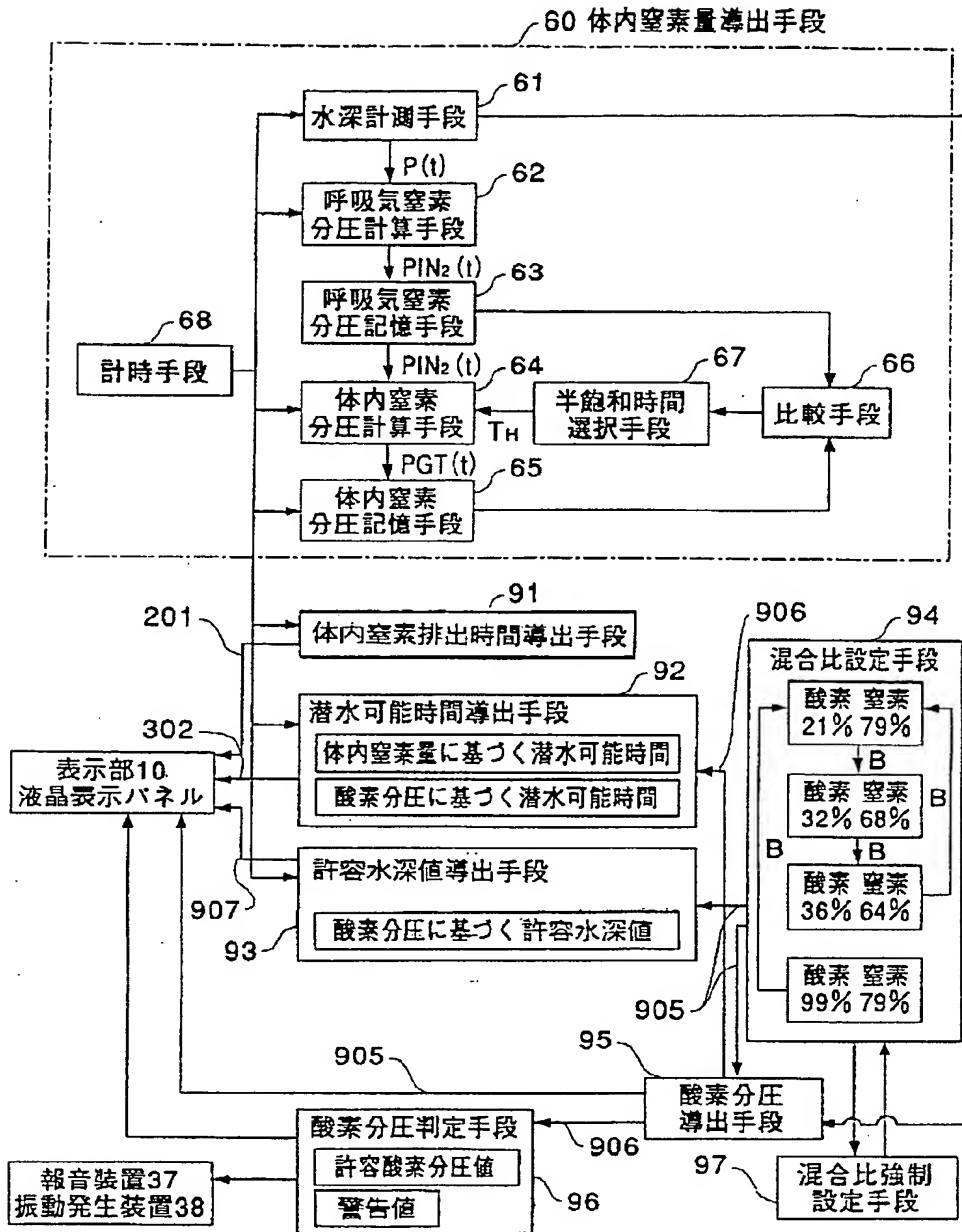
(A)



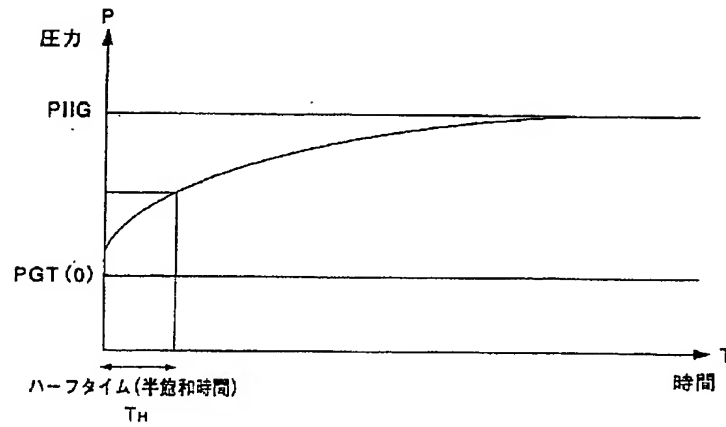
(B)



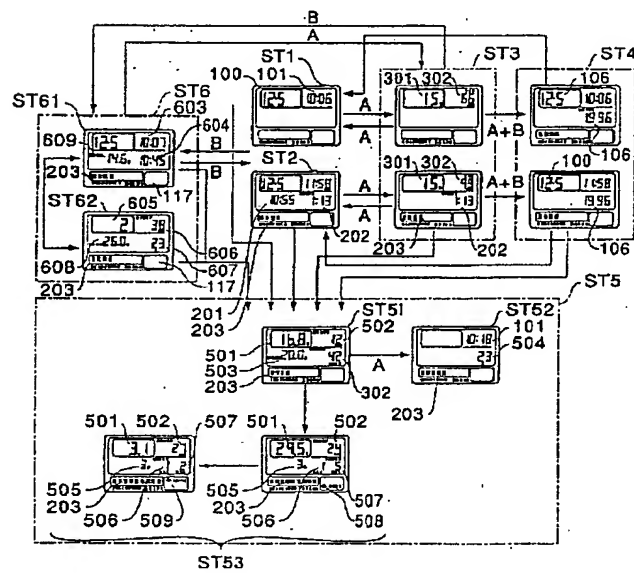
【図3】



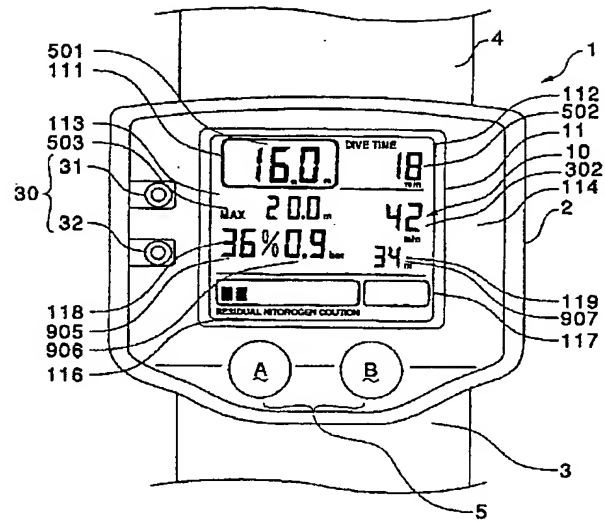
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 千葉 悟志
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 ーエプソン株式会社内